BSPH501DST

ڈیجیٹل اینالاگ اور آلات

(Digital Analog and Instrumentations)

حصہ اول۔ تھیوری(Part I-Theory)

حصہ دوم۔لَیب مینول(Part II- Lab Manual)(Separate)

بیچلر آف سائنس(بی۔ایس سی۔)

(پانچواں سمسٹر)

نظامت فاصلاتی تعلیم

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی

حیدرآباد-32، تلنگانہ-انڈیا

© Maulana Azad National Urdu University, Hyderabad
Course- Digital Analog and Instrumentations
ISBN: 978-81-968803-3-0
First Edition: December, 2023

Publisher	:	Registrar, Maulana Azad National Urdu University, Hyderabad
Publication	:	2023
Copies	:	500
Price	:	260/- (The price of the book is included in admission fees of distance mode students)
Copy Editing	:	Zia Ur Rahman, DDE,MANUU
Cover Designing	:	Dr. Mohd. Akmal Khan, DDE, MANUU
Printer	:	Print Time & Business Enterprises, Hyderabad

Digital Analog and Instrumentations

For

Bachelor of Science (B.Sc.)

5th Semester

On behalf of the Registrar, Published by:

Directorate of Distance Education

Maulana Azad National Urdu University

Gachibowli, Hyderabad-500032 (TS), India

*Director:*dir.dde@manuu.edu.in*Publication:*ddepublication@manuu.edu.in

Website: manuu.edu.in Phone number: 040-23008314

© All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronically or mechanically, including photocopying, recording or any information storage or retrieval system, without prior permission from the publisher (registrar@manuu.edu.in)

Editor

Prof. H.Aleem Basha (Programme Coordinator)
Professor (Physics)
School of Sciences, MANUU, Hyderabad

ایڈیٹر

پروفیسر ایچ۔ علیم باشا(پروگرام کوآرڈی نیٹر)
پروفیسر (طبیعیات)
اسکول برائے سائنسی علوم، مانو، حیدرآباد

Language Editor

Dr. Mohd Jafar
Guest Faculty/Assistant Professor (Contractual),Urdu
Directorate of Distance Education, MANUU

لینگویج ایڈیٹر

ڈاکٹر محمد جعفر
گیسٹ فیکلٹی / اسسٹنٹ پروفیسر (کانٹریکچول)، اردو
نظامت فاصلاتی تعلیم، مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی

مجلس ادارت
(Editorial Board)

Prof. H. Aleem Basha (Programme Coordinator)
Professor (Physics)
School of Sciences, MANUU, Hyderabad

Dr. Priya Hasan (Course Coordinator)
Assistant professor, (Physics)
School of Sciences, MANUU, Hyderabad

Dr. Rizwanul Haq Ansari
Assistant Professor, (Physics)
School of Sciences, MANUU, Hyderabad

Mr. Zia Ur Rahman
Guest Faculty/Assistant Professor (Contractual),Physics
DDE, MANUU, Hyderabad

پروفیسر ایچ۔ علیم باشا(پروگرام کوآرڈی نیٹر)
پروفیسر (طبیعیات)
اسکول برائے سائنسی علوم، مانو، حیدرآباد

ڈاکٹر پریا حسن (کورس کوآرڈی نیٹر)
اسسٹنٹ پروفیسر (طبیعیات)
اسکول برائے سائنسی علوم، مانو، حیدرآباد

ڈاکٹر رضوان الحق انصاری
اسسٹنٹ پروفیسر (طبیعیات)
اسکول برائے سائنسی علوم، مانو، حیدرآباد

جناب ضیاء الرحمن
گیسٹ فیکلٹی / اسسٹنٹ پروفیسر (کانٹریکچول)، طبیعیات
نظامت فاصلاتی تعلیم، مانو، حیدرآباد

پروگرام کوآرڈی نیٹر

پروفیسر ایچ۔ علیم باشا
پروفیسر (طبیعیات)، اسکول برائے سائنسی علوم
مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی، حیدرآباد

کورس کوآرڈی نیٹر

ڈاکٹر پریا حسن
اسسٹنٹ پروفیسر (طبیعیات)، اسکول برائے سائنسی علوم
مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی، حیدرآباد

مصنفین	اکائی نمبر
• پروفیسر ایچ ۔ علیم باشا	**اکائی 1 تا 12, 16**
• ضیاء الرحمن	**اکائی 13 تا 15**

لیب مینول

• ضیاء الرحمن	**اکائی 1 تا 10**

پروف ریڈرس:

اول	:	جناب ضیاء الرحمن
دوم	:	محمد عبد المعیز / ڈاکٹر محمد اکمل خان
سوم	:	ڈاکٹر رضوان الحق انصاری
فائنل	:	پروفیسر ایچ۔ علیم باشا

فہرست

حصہ اول۔ تھیوری(Part I-Theory)

پیغام	وائس چانسلر	7
پیغام	ڈائرکٹر	8
کورس کا تعارف	پروگرام کوآرڈی نیٹر (طبیعیات)	9
بلاک I نیم موصل آلات کے طبیعیات		
اکائی 1	نیم موصل فزکس کے لوازمات	11
اکائی 2	جنکشن ڈائیوڈس	28
اکائی3	ٹرانزسٹرس	44
اکائی4	دوپولار جنکشن ٹرانزسٹر کی بیاسنگ	55
اکائی 5	ٹرانزسٹرس سرکٹ کا تجزیہ	73
بلاک II اینالاگ سرکٹس		
اکائی 6	افزوں گر	84
اکائی7	اہتزازیئے	102
اکائی 8	پاور سپلائی میں باقاعدگی	117
بلاک III عملی افزوں گر اور آلات		
اکائی 9	عملی افزوں گر	136
اکائی 10	عملی افزوں گر کے اطلاقات	150
اکائی 11	منفی شعاعوں والا اہتزازپیما	162
اکائی 12	ٹائمر سرکٹس	178

بلاک IV ڈیجیٹل سرکٹس

اکائی 13	بولیائی الجبرا اور ہندسہ کی الکٹرانک	190
اکائی 14	لوجک گیٹس	199
اکائی 15	لوجک سرکٹس	208
اکائی 16	لاجک سرکٹس کے اطلاقات	217
نمونہ امتحانی پرچہ		**229**

حصہ دوم۔ لیب مینول (Part II- Lab Manual)

بلاک V اینالاگ تجربات

اکائی 1	کیتھوڈرے آسکیلوسکوپ	3
اکائی 2	لوجیک گیٹس	16
اکائی 3	خصوصی–OR گیٹ، ہاف ایڈر، فل ایڈر	32
اکائی 4	ایڈر- سبٹریکٹر	42
اکائی 5A	ایک جنکشن ڈائی وڈ کی (V-I) خصوصیات	49
اکائی 5B	ذینر ڈائی وڈ کی وی (V) آئی (I) خصوصیات	61

بلاک VI ڈیجیٹل تجربات

اکائی 6	ایک دو قطبی (بائی پولار) جنکشن ٹرانزیسٹر	71
اکائی 7	کامن ایمیٹر ٹرانزسٹر ایمپلیفائر سرکٹ	81
اکائی 8	Op Amp انورٹنگ اور نان انورٹنگ یمپلیفائر	90
اکائی 9A	سادہ حسابی اعمال کے لیے عملی افزوں گر	99
اکائی 9B	سادہ حسابی اعمال کے لیے عملی افزوں گر	111
اکائی 10	وین برج آسکیلیٹر	122
نمونہ امتحانی پرچہ		**131**

پیغام

مولانا آزاد نیشنل اُردو یونیورسٹی 1998 میں وطنِ عزیز کی پارلیمنٹ کے ایکٹ کے تحت قائم کی گئی۔ اس کے چار نکاتی مینڈیٹس یہ ہیں۔ (1) اردو زبان کی ترویج و ترقی (2) اردو میڈیم میں پیشہ ورانہ اور تکنیکی تعلیم کی فراہمی (3) روایتی اور فاصلاتی تدریس سے تعلیم کی فراہمی اور (4) تعلیم نسواں پر خصوصی توجہ۔ یہ وہ بنیادی نکات ہیں جو اِس مرکزی یونیورسٹی کو دیگر مرکزی جامعات سے منفرد اور ممتاز بناتے ہیں۔ قومی تعلیمی پالیسی 2020 میں بھی مادری اور علاقائی زبانوں میں تعلیم کی فراہمی پر کافی زور دیا گیا ہے۔

اُردو کے ذریعے علوم کو فروغ دینے کا واحد مقصد و منشا اُردو داں طبقے تک عصری علوم کو پہنچانا ہے۔ ایک طویل عرصے سے اُردو کا دامن علمی مواد سے لگ بھگ خالی رہا ہے۔ کسی بھی کتب خانے یا کتب فروش کی الماریوں کا سرسری جائزہ اس بات کی تصدیق کر دیتا ہے کہ اُردو زبان سمٹ کر چند ''ادبی'' اصناف تک محدود رہ گئی ہے۔ یہی کیفیت اکثر رسائل و اخبارات میں دیکھنے کو ملتی ہے۔ اُردو قاری اور اُردو سماج دورِ حاضر کے اہم ترین علمی موضوعات سے نابلد ہیں۔ چاہے یہ خود ان کی صحت و بقا سے متعلق ہوں یا معاشی اور تجارتی نظام سے، یا مشینی آلات ہوں یا ان کے گرد و پیش ماحول کے مسائل ہوں، عوامی سطح پر اِن شعبہ جات سے متعلق اردو میں مواد کی عدم دستیابی نے عصری علوم کے تئیں ایک عدم دلچسپی کی فضا پیدا کر دی ہے۔ یہی وہ چیلنجز ہیں جن سے اُردو یونیورسٹی کو نبرد آزما ہونا ہے۔ نصابی مواد کی صورت حال بھی کچھ مختلف نہیں ہے۔ اِسکولی سطح پر اُردو کتب کی عدم دستیابی کے چرچے ہر تعلیمی سال کے شروع میں زیر بحث آتے ہیں۔ چوں کہ اُردو یونیورسٹی کا ذریعہ تعلیم اُردو ہے اور اس میں عصری علوم کے تقریباً سبھی اہم شعبہ جات کے کورسز موجود ہیں لہٰذا اِن تمام علوم کے لیے نصابی کتابوں کی تیاری اِس یونیورسٹی کی اہم ترین ذمہ داری ہے۔

مجھے اِس بات کی بے حد خوشی ہے کہ یونیورسٹی کے ذمہ داران بشمول اساتذہ کرام کی انتھک محنت اور ماہرین علم کے بھرپور تعاون کی بنا پر کتب کی اشاعت کا سلسلہ بڑے پیمانے پر شروع ہو چکا ہے۔ ایک ایسے وقت میں جب کہ ہماری یونیورسٹی اپنی تاسیس کی 25 ویں سالگرہ منا رہی ہے، مجھے اس بات کا انکشاف کرتے ہوئے بہت خوشی محسوس ہو رہی ہے کہ یونیورسٹی کا نظامتِ فاصلاتی تعلیم از سر نو اپنی کارکردگی کے نئے سنگِ میل کی طرف رواں دواں ہے اور نظامتِ فاصلاتی تعلیم کی جانب سے کتابوں کی اشاعت اور ترویج میں بھی تیزی پیدا ہوئی ہے۔ نیز ملک کے کونے کونے میں موجود تشنگانِ علم فاصلاتی تعلیم کے مختلف پروگراموں سے فیضیاب ہو رہے ہیں۔ گرچہ گزشتہ برسوں کے دوران کووڈ کی تباہ کن صورتِ حال کے باعث انتظامی امور اور ترسیل و ابلاغ کے مراحل بھی کافی دشوار کن رہے تاہم یونیورسٹی نے اپنی حتی المقدور کوششوں کو بروئے کار لاتے ہوئے نظامتِ فاصلاتی تعلیم کے پروگراموں کو کامیابی کے ساتھ روبہ عمل کیا ہے۔ میں یونیورسٹی سے وابستہ تمام طلبا کو یونیورسٹی سے جڑنے کے لیے صمیم قلب کے ساتھ مبارک باد پیش کرتے ہوئے اس یقین کا اظہار کرتا ہوں کہ ان کی علمی تشنگی کو پورا کرنے کے لیے مولانا آزاد اردو یونیورسٹی کا تعلیمی مشن ہر لمحہ ان کے لیے راستے ہموار کرے گا۔

پروفیسر سید عین الحسن

وائس چانسلر

پیغام

فاصلاتی طریقۂ تعلیم پوری دنیا میں ایک انتہائی کارگر اور مفید طریقۂ تعلیم کی حیثیت سے تسلیم کیا جاچکا ہے اور اس طریقۂ تعلیم سے بڑی تعداد میں لوگ مستفید ہورہے ہیں۔ مولانا آزاد نیشنل اُردو یونیورسٹی نے بھی اپنے قیام کے ابتدائی دنوں ہی سے اردو آبادی کی تعلیمی صورت حال کو محسوس کرتے ہوئے اِس طرزِ تعلیم کو اختیار کیا۔ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی کا آغاز 1998 میں نظامتِ فاصلاتی تعلیم اور ٹرانسلیشن ڈِویژن سے ہوا اوراس کے بعد 2004 میں باقاعدہ روایتی طرز تعلیم کا آغاز ہوا اور بعد ازاں متعدد روایتی تدریس کے شعبہ جات قائم کیے گئے۔ نو قائم کردہ شعبہ جات اور ٹرانسلیشن ڈِویژن میں تقرریاں عمل میں آئیں۔ اس وقت کے اربابِ مجاز کے بھرپور تعاون سے مناسب تعداد میں خود مطالعاتی مواد تحریر و ترجمے کے ذریعے تیار کرائے گئے۔

گزشتہ کئی برسوں سے یو جی سی۔ڈی ای بی UGC-DEB اس بات پر زور دیتا رہا ہے کہ فاصلاتی نظامِ تعلیم کے نصابات اور نظامات کو روایتی نظامِ تعلیم کے نصابات اور نظامات سے کماحقہ ہم آہنگ کرکے نظامتِ فاصلاتی تعلیم کے طلبا کے معیار کو بلند کیا جائے۔ چوں کہ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی فاصلاتی اور روایتی طرزِ تعلیم کی جامعہ ہے، لہٰذا اس مقصد کے حصول کے لیے یو جی سی۔ڈی ای بی کے رہنمایانہ اصولوں کے مطابق نظامتِ فاصلاتی تعلیم اور روایتی نظامِ تعلیم کے نصابات کو ہم آہنگ اور معیار بلند کرکے خود اکتسابی مواد SLM از سرِ نو بالترتیب یو جی اور پی جی طلبا کے لیے چھ بلاک چوبیس اکائیوں اور چار بلاک سولہ اکائیوں پر مشتمل نئے طرز کی ساخت پر تیار کرائے جارہے ہیں۔

نظامتِ فاصلاتی تعلیم یو جی، پی جی، بی ایڈ، ڈپلوما اور سرٹیفکیٹ کورسز پر مشتمل جملہ پندرہ کورسز چلارہا ہے۔ بہت جلد تکنیکی ہنر پر مبنی کورسز بھی شروع کیے جائیں گے۔ متعلمین کی سہولت کے لیے 9 علاقائی مراکز بنگلورو، بھوپال، دربھنگہ، دہلی، کولکاتا، ممبئی، پٹنہ، رانچی اور سری نگر اور 6 ذیلی علاقائی مراکز حیدرآباد، لکھنؤ، جموں، نوح، وارانسی اور امراوتی کا ایک بہت بڑا نیٹ ورک تیار کیا ہے۔ ان مراکز کے تحت سردست 161 متعلم امدادی مراکز (Learner Support Centres) نیز 20 پروگرام سنٹرس (Programme Centres) کام کررہے ہیں، جو طلبا کو تعلیمی اور انتظامی مدد فراہم کرتے ہیں۔ نظامت فاصلاتی تعلیم نے اپنی تعلیمی اور انتظامی سرگرمیوں میں آئی سی ٹی کا استعمال شروع کردیا ہے، نیز اپنے تمام پروگراموں میں داخلے صرف آن لائن طریقے ہی سے دے رہا ہے۔

نظامتِ فاصلاتی تعلیم کی ویب سائٹ پر متعلمین کو خود اکتسابی مواد کی سافٹ کاپیاں بھی فراہم کی جارہی ہیں، نیز جلد ہی آڈیو۔ ویڈیو ریکارڈنگ کا لنک بھی ویب سائٹ پر فراہم کیا جائے گا۔ اس کے علاوہ متعلمین کے درمیان رابطے کے لیے ایس ایم ایس کی سہولت فراہم کی جارہی ہے، جس کے ذریعے متعلمین کو پروگرام کے مختلف پہلوئوں جیسے کورس کے رجسٹریشن، مفوضات، کونسلنگ، امتحانات وغیرہ کے بارے میں مطلع کیا جاتا ہے۔

امید ہے کہ ملک کی تعلیمی اور معاشی حیثیت سے پچھڑی اردو آبادی کو مرکزی دھارے میں لانے میں نظامتِ فاصلاتی تعلیم کا بھی نمایاں رول ہوگا۔

پروفیسر محمد رضاء اللہ خان
ڈائرکٹر، نظامت فاصلاتی تعلیم

کورس کا تعارف

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی کے مختلف شعبہ جات میں سن 2016ء سے سی بی ایس ای (CBSE) نصاب متعارف ہوا۔ یہ کتاب ڈیجیٹل اینالاگ اور آلات (Digital Analog and Instrumentations) کے ان موضوعات سے بحث کرتی ہے جنہیں مولانا آزاد نیشنل اُردو یونیورسٹی کے بی ایس سی (فزیکل سائنس) پروگرام کے سال سوم (سمسٹر۔V) کے طبیعیاتکے نصاب میں شامل کیا گیا ہے۔ یہ موضوعات مضمون کی جدید تحقیقات کا احاطہ کرتے ہیں، اور بی۔ ایس سی۔ (B.Sc.) کورس کے سال سوم میں مطالعے کے لیے انہیں شریک کیا گیا ہے۔ سہولت کی خاطر نصاب کو چھ بلاکس (Blocks) میں تقسیم کیا گیا ہے۔ ہر ایک بلاک چند اکائیوں پر مشتمل ہے۔ ہر اکائی میں بالعموم مضمون کے مخصوص نکات کو ملحوظ رکھا گیا ہے۔

یہ کورس دو حصوں پر مشتمل ہے۔ حصہ اول میں تھیوری (Theory) کے مضامین ہیں جس میں چھار بلاکس 16 اکائیاں میں۔ حصہ دوم (لَیب مینول / تجربہ خانہ) میں دوبلاکس 10 اکائیاں شامل ہیں۔ حصہ دوم الگ سے مہیاں کی جائے گی۔

اکائیوں کو ماہرین کے ذریعے ایک مخصوص خاکے (Format) کے مطابق تیار کیا گیا ہے۔ خاکہ کچھ اس طرح ہے کہ طالب علم انہیں پڑھ کر بغیر کسی دقت کے سمجھ جائے۔ ہر اکائی کا آغاز اس کے مقاصد، مفہوم، ذاتی تصدیق اور اسکے مطالعے کے بعد حاصل ہونے والے واقفیت پسندانہ بیان سے ہوتا ہے۔ ہر اکائی کے اختتام پر خلاصہ، معروضی سوالات، نمونہ امتحانی سوالات اور مشقیں دی گئی ہیں تاکہ طلبا نفس مضمون کے صحیح ادراک کا امتحان کرلیں۔

زیر نظر کتاب مولانا آزاد نیشنل اُردو یونیورسٹی کے فاصلاتی نظام اور روایتی طلباء کے ساتھ ساتھ سائنسی مضامین میں دلچسپی رکھنے والے اردو قارئین اور مدارس کے طلباء کے لیے بھی مفید ثابت ہوسکتی ہے۔ آسان اردو زبان میں لکھی گئی ہے۔ تکنیکی اصطلاحات کے خالص اردو ترجمے سے گریز کیا گیا ہے تاکہ طلباء دنیا میں کثرت سے استعمال ہو رہی انگریزی اصطلاحات سے واقف ہوسکیں۔

اس کتاب کے مصنفین امید کرتے ہیں کہ اس کورس میں پیش کردہ موضوعات طلباء کو ڈیجیٹل اینالاگ اور آلات کے نظریات، اصولوں اور اطلاقات سے واقف کروائیں گے۔ مزید امید ہے کہ قارئین اور ماہرین اپنے مشوروں سے بھی نوازین گے۔

پروفیسر۔ ایچ علیم باشاہ
پروگرام کوآرڈی نیٹر

ڈیجیٹل اینالاگ اور آلات

(Digital Analog and Instrumentations)

اکائی 1۔ نیم موصل فزکس کے لوازمات

(Essentials of Semiconductor Physics)

اکائی کے اجزا

1.0 تمہید

1.1 مقاصد

1.2 الیکٹریکل سرکٹ

1.3 انالاگ اور ڈیجیٹل سرکٹس

1.4 نیم موصل

1.4.1 خالص موصل

1.4.2 غیر خالص موصل

1.5 حل شدہ مثالیں

1.6 اکتسابی نتائج

1.7 کلیدی الفاظ

1.8 نمونہ امتحانی سوالات

1.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات

1.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات

1.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات

1.8.4 غیر حل شدہ سوالات

1.9 تجویز کردہ اکتسابی مواد

1.0 تمہید(Introduction)

سیمی کنڈکٹر، ایک موصل اور انسولیٹر کے درمیان برقی چالکتا میں درمیانی کرسٹل لائن ٹھوس کی کلاس میں سے کوئی بھی۔ سیمی کنڈکٹر مختلف قسم کے الیکٹرانک آلات کی تیاری میں کام کرتے ہیں، بشمول ڈائیوڈ، ٹرانزسٹر، اور مربوط سرکٹس۔ اس طرح کے آلات کو ان کی کمپیکٹینس، وشوسنیتا، بجلی کی کارکردگی، اور کم قیمت کی وجہ سے وسیع اطلاق مل گیا ہے۔ مجرد اجزاء کے طور پر، انہوں نے پاور ڈیوائسز، آپٹیکل سینسرز، اور لائٹ ایمیٹرز، بشمول سالڈ اسٹیٹ لیزرز میں استعمال پایا ہے۔ ان کے پاس کرنٹ اور وولٹیج سے نمٹنے کی صلاحیتوں کی ایک وسیع رینج ہے اور، زیادہ اہم، پیچیدہ لیکن آسانی سے تیار ہونے والے مائیکرو الیکٹرانک سرکٹس میں انضمام کے لیے خود کو قرض دیتے ہیں۔ وہ ہیں، اور مستقبل قریب میں ہوں گے، صارفین اور صنعتی دونوں بازاروں میں زیادہ تر الیکٹرانک سسٹمز، سروونگ کمیونیکیشن، سگنل پروسیسنگ، کمپیوٹنگ، اور کنٹرول ایپلی کیشنز کے کلیدی عناصر۔

ٹھوس ریاست کے مواد کو عام طور پر تین طبقات میں تقسیم کیا جاتا ہے: انسولیٹر، سیمی کنڈکٹرز اور کنڈکٹر۔ (کم درجہ حرارت پر کچھ کنڈکٹرز، سیمی کنڈکٹرز، اور انسولیٹرس سپر کنڈکٹر بن سکتے ہیں۔) اعداد و شمار کنڈکٹیوٹی) σ اور متعلقہ ریزسٹیویٹیز ($\rho = 1/\sigma$) کو ظاہر کرتا ہے جو تین کلاسوں میں سے ہر ایک میں کچھ اہم مواد سے وابستہ ہیں۔ انسولیٹرز، جیسے فیوزڈ کوارٹز اور شیشے، میں 10^{-10} سے 10^{-18} سیمنز فی سینٹی میٹر کے آرڈر پر بہت کم چالکتا ہے۔ اور کنڈکٹرز، جیسے ایلومینیم، اعلی چالکتا رکھتے ہیں، عام طور پر 104 سے 106 سیمنز فی سینٹی میٹر۔ سیمی کنڈکٹرز کی چالکتا ان انتہاؤں کے درمیان ہوتی ہے اور عام طور پر درجہ حرارت، روشنی، مقناطیسی میدانوں اور ناپاک ایٹموں کی منٹ کی مقدار کے لیے حساس ہوتی ہے۔

1.1 مقاصد(Objectives)

اس اکائی میں ہم:

- الیکٹریکل سرکٹ کے اجزاء بنیادی مفروضاتکو سمجھیں گیں۔
- انالاگ اور ڈیجیٹل سرکٹس بارے میں معلومات حاصل کریں گیں۔
- نیم موصل اور خالص نیم موصل تفصیلی بحث کرنا ہے۔

1.2 الیکٹریکل سرکٹ(Electrical Circuit)

الیکٹریکل اور الیکٹرانکس نظام کے مطابق ایک الیکٹریکل بند سرکٹ میں برقی رو گزرتی ہے اس کو الیکٹریکل سرکٹ کہا جاتا ہے۔ ہر الیکٹریکل سرکٹ بہت سے اجزاء پر مشتمل ہوتا ہے جیسے کہ بیاٹری، ریزسٹرس، کیپیسٹرز، انڈکٹرز، ڈائیوڈ، ٹرانزسٹرس، ICS وغیرہ۔

لہٰذا سرکٹ کے اجزاء کو الیکٹریکل یا الیکٹرانکس سرکٹ کے بنیادی بلڈنگ بلاکس کہتے ہیں۔ سرکٹ کے اجزاء کو درج ذیل دو اقسام میں درجہ تقسیم بندی کیا جاسکتا ہے

(1)۔ فعال اجزاء(Active components)

(2)۔ غیر فعال اجزاء(Passive components)

فعال اجزاء اور غیر فعال اجزاء کے درمیان اہم فرق یہ ہے کہ ایک فعال جزو برقی سرکٹ کو بجلی فراہم کر سکتا ہے جب کہ ایک غیر فعال جزو بجلی فراہم نہیں کر سکتا، یہ صرف سرکٹ میں موجود توانائی کو جذب(Consume) کر سکتا ہے۔

Source:https://components101.com/articles/active-vs-passive-components

شکل(1.1)

1. فعال اجزاء(Active components)

ایک الیکٹریک سرکٹ عنصر جو سرکٹ کو برقی طاقت فراہم کر سکتا ہے یا سرکٹ میں طاقت حاصل کر سکتا ہے، ایک فعال عنصر یا فعال جزو کے طور پر جانا جاتا ہے۔

فعال سرکٹ عناصر کی کچھ عام مثالیں توانائی کے ذرائع، جنریٹر یا انورٹرز سیمی کنڈکٹر آلات میں ڈائیوڈ، ٹرانسٹرز، فوٹو ڈائیوڈس وغیرہ ہیں۔

فعال عناصر سرکٹ کا جزو ہیں جو سرکٹ میں برقی رو کے بہاؤ کے لئے مکمل طور پر ذمہ دار ہیں۔

2. غیر فعال اجزاء(Passive Components)

سرکٹ کا وہ عنصر یا جزو جو صرف برقی توانائی کو جذب کر سکتا ہے اور اسے حرارت کی صورت میں یا مقناطیسی میدان یا برقی میدان میں ذخیرہ کرتا ہے۔

اسے غیر فعال سرکٹ جزو یا غیر فعال اجزاء کہا جاتا ہے۔ غیر فعال سرکٹ اجزاء کی کچھ عام مثالیں، ریزرسٹر، انڈکٹر، لیپیسٹر اور ٹرانسفارمر وغیرہ ہیں۔

فعال اور غیر فعال اجزاء کے درمیان فرق (Difference between Active and Passive Components)

فعال اور غیر فعال دونوں عناصر برقی یا الیکٹرانک سرکٹ کے اہم حصے ہی۔ تاہم وہ بہت سے پہلوؤں میں ایک دوسرے سے مختلف ہیں۔ فعال اور غیر فعال سرکٹ عناصر کے درمیان تمام نمایاں فرق درجہ ذیل جدول میں بند ہیں۔

جدول (1.1)

فرق کی بنیاد	فعال عناصر	غیر فعال عناصر
1۔ تعریف	ایک سرکٹ عنصر جو الیکٹرک سرکٹ میں لا محدود حد تک طاقت یا توانائی فراہم کر سکتا ہے، اس کو فعال جزو کے طور پر جانا جاتا ہے۔	ایک سرکٹ عنصر جو صرف طاقت یا توانائی کو جذب کرتا ہے اور اسے حرارت مین تبدیل کرتا ہے یا برقی میدان یا مقناطیسی میدان میں اسٹور کرتا ہے اسکو غیر فعال جزو کے نام سے جانا جاتا ہے۔
2۔ مثالیں	توانائی کے ذرائع، ولٹیج یا کرنٹ سورس، جنریٹر، سیمی کنڈکٹر آلات جیسے ڈائیوڈ، ٹرانزسٹر، ICS فوٹوڈائیوڈس، مخصوص آلات وغیرہ ہیں۔	ریزسٹر، انڈکٹر، لیپیسٹر اور ٹرانسفارمر وغیرہ ہیں۔
3۔ سرکت میں کردار	فعال اجزاء سرکٹ میں طاقت یا توانائی کے مبداء کے طور پر برتاؤ کرتے ہیں۔	غیر فعال اجزاء سرکٹ میں بوجھ (Load) کے طور پر کام کرتے ہیں۔
4۔ پاور گین (Powergain) کے فائدہ	فعال اجزاء سرکٹ میں پاور گین فراہم کر سکتے ہیں۔	غیر فعال اجزاء سرکت میں پاور گین فراہم نہیں کر سکتے ہیں۔
5۔ فنکشن (Activity)	فعال اجزاء تھرمل توانائی، کیمیائی توانائی ہائیڈرولک توانائی وغیرہ جیسی شکلوں	غیر فعال اجزاء برقی توانائی حاصل کرتے ہیں یا تو اسے دوسرے شکلوں جیسے حرارت، روشنی،

	میں توانائی حاصل کرتے ہیں اور برقی توانائی کی صورت میں سرکٹ میں فراہم کرتے ہیں۔	گردش وغیرہ میں تبدیل کرتے ہیں یا مقناطیسی میدان یا برقی میدان میں ذخیرہ کرتے ہیں
6۔ کرنٹ کے بہاؤ کا کنٹرول	فعال اجزاء سرکٹ میں کرنٹ کے بہاؤ کا سبب بنتے ہیں اور کرنٹ کے بہاؤ کو کنٹرول کرتے ہیں۔	غیر فعال اجزاء سرکٹ میں موجودہ بہاؤ کو کنٹرول نہیں کرسکتے ہیں۔

1.3 انالاگ اور ڈیجیٹل سرکٹس (Analog and Digital Circuits)

الیکٹرانک ڈیزائین میں ایک اینالاگ سرکٹ وہ ہوتا ہے جو وولٹیج یا کرنٹ لیونر کا استعمال کرتا ہے جو سگنل کے حیطہ (Amplitude) کی نمائندگی کرنے کے لئے وقت کے ساتھ مسلسل مختلف ہوتے ہیں۔ یہ ڈیجیٹل سرکٹس کے برعکس ہے جو سگنل کی سطحوں کا ایک مجرد سیٹ استعمال کرتے ہیں۔ عام طور پر دو وولٹیج یا کرنٹ جو سگنل کے Amplitude کی نمائندگی کرتے ہیں۔

سگنل کے دو قسمیں ہیں۔ اینالاگ اور ڈیجیٹل، اینالاگ سگنل جو سائن ویو (Sinewave) کے ساتھ سفر کرتے ہیں۔ اینالاگ سگنلز کا استعمال کرتے ہوئے بھیجی گئی معلومات لامحدود قدروں کے ساتھ مسلسل اور سیال حرکت میں چلتی ہیں۔ ڈیجیٹل سگنل ایک قسم کے سنگل ہیں جو مجرد نمونوں میں سفر کرتے ہیں۔

لفظ Analogue (اسکے پیچھے اینالاگ) یونانی ana سے آیا ہے جس کا مطلب ہے "تک" اور لوگو جس کا مطلب ہے دوسری چیزوں کے ساتھ "تناسب" اور تناسب 1946ء میں ایک صفت کے طور پر داخل کیا تاکہ سگنل کی ایک قسم کو بیان کیا جاسکے جو Amplitude میں مسلسل ہے۔

مثالیں: اینالاگ سگنل: تپش، وولٹیج، کرنٹ، پور، یا طبعی مقدار ہے جو کچھ وقت کے مختلف پیرامیٹر کے مطابق مسلسل اور لامحدود مختلف ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ریڈیو لہریں، ٹیلی ویژن کی لہریں یا صوتی لہریں تمام اینالاگ سگنلز کی مثالیں ہیں۔

بائنری نمبر میں (0 اور 1) ایسے سگنلز کی نمائندگی کے لئے استعمال کئے جاتے ہیں۔ وولٹیج کی صرف یہ دو سطحیں ڈیجیٹل الیکٹرانکس میں استعمال ہوتی ہیں۔ ان پٹ اور آؤٹ پٹ دونوں یا تو لیول 0 یا لیول 1 ہیں۔ ڈیجیٹل سگنلز کی ایک بہترین مثال یہ ہے کہ جب آپ اپنے گھر میں لائٹ آن کرتے ہیں تو آؤٹ پٹ ویلیو لیول I ہوتی ہے جو لائٹ کو آئن کرتی ہے۔

جدول(1.2)

موصل، غیر موصل اور نیم موصل کا موازنہ حسب ذیل دکھایا گیا ہے

(Comparison of Conductors, Insulators and Semiconductor is Shown as follows;)

پیرامیٹر کا موازنہ (Parameter Comparison)	موصل (Conductors)	غیر موصل (Insulators)	نیم موصل (Semiconductors)
1۔ کرنٹ کا بہاؤ (Conductivity)	بہت زیادہ (Very high)	بہت کم (Very low)	درمیانی (Moderate)
2۔ مزاحمتی صلاحیت (Resistivity)	بہت کم (Very low)	بہت زیادہ (Very high)	درمیانی (Moderate)
3۔ ممنوعہ خلاء (Forbidden gap)	کوئی ممنوعہ خلاء نہیں (NO Forbidden gap)	بہت زیادہ ممنوعہ خلاء Large gap (5ev))	درمیانی (Medium 1 to 2 ev)
4۔ Temperature Coefficient of resistance	مثبت (Positive)	منفی (Negative)	منفی (Negative)
5۔ Effect of Temperature on resistance	T بڑھتے ہی R بڑھتا ہے R increases as T increase	T بڑھتے ہی R گھٹتا ہے R Decreases (as T increase	T بڑھتے ہی R گھٹتا ہے R decreases as (T increases
6۔ No. of electrons available for conduction	بہت زیادہ (Very large)	بہت کم (Very small)	درمیانی (Moderate)
7۔ Conductivity at room temperature	بہت اچھی (Very good)	بہت ہی کم (poor)	درمیانی (Moderate)
8۔ Examples	Aluminium	Paper, Mica, Glass	Silicon, Germanium
9۔ Applications	Wires, Bus bars	Insulation farwires	Semiconductor devices

1.4 نیم موصل (Semiconductor)

جہاں تک الیکٹرانک اجزاء کا تعلق ہے، نیم موصل مادے سب سے اہم قسم کے مواد ہیں۔

1. ان میں ترسیلی کی خصوصیات ہیں جو موصل اور غیر موصل کے درمیان ہیں۔
2. ہم یہ کہہ سکتے ہیں نیم موسل مادے نہ تو موصل ہیں اور نہ ہی غیر موسل۔
3. مصنوعہ خلاء، غیر موصل کے مقابلے میں بہت ہی رنگ ہے۔
4. صفر کیلون (OK) کی ترتیب کے انتہائی کم درجہ حرارت پر، نیم موسل مادے، غیر موصل مادوں کی طرح کام کرتے ہیں۔
5. تاہم، درجہ حرارت میں اضافے کے ساتھ والینس الکٹران اضافی توانائی حاصل کرنا شروع کر دیتے ہیں اور وہ کنڈکشن بینڈ میں داخل ہونے کے لئے تنگ ممنوعہ خلاء کو عبور کر سکتے ہیں۔
6. 20 ڈگری سیلیس کے قریب درجہ حرارت پر، نیم موصل مادوں میں ترسیل شروع ہوتی ہے۔ درجہ حرارت میں اضافے کے ساتھ ترسیل میں اضافہ ہوتا ہے۔
7. سب سے زیادہ استعمال ہونے والے نیم موصل مادوں میں سلیکان اور جرمینیم ہیں۔

بہت سے نیم موصل دستیاب ہیں، لیکن ان میں سے بہت کم کا الیکٹرانکس میں عملی استعمال ہے۔ دو سب سے زیادہ استعمال ہونے والے مادے جرمینیم (Ge) اور سلیکان (Si) ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ایک الیکٹران کو انکے والینس بینڈ سے خارج کرنے کے لئے درکار توانائی بہت کم ہوتی ہے، جو کہ جرمینیم کے لئے تقریباً 0.7 eV اور سلیکان کے لئے تقریباً 1.1 eV ہے۔

جرمینیم (Ge): جرمینیم ایک زمینی عنصر ہے اور اسے 1886ء میں دریافت کیا گیا تھا۔ جرمینیم کا جوہری نمبر 32 ہے۔ اس میں 32 پروٹوں اور 32 الیکٹران ہیں۔ دو الیکٹران پہلے مدار میں آٹو الیکٹران دوسرے مدار میں، اٹھارہ الیکٹران تیسرے مواد میں اور چار الیکٹران بیرونی یا والینس کے مدار میں ہیں۔ (شکل نمبر 1.2)

جرمینیم ایک ٹیٹرا ویلنٹ عنصر ہے کیوں کہ اسکے ایٹم میں چار والینس الیکٹران ہوتے ہیں۔ شکل نمبر (1.2a) ایک منظم پیٹرن میں جرمینیم ایٹموں کی ترتیب کا ظاہر کرتی ہے، اس لئے جرمینیم کی ساخت کرسٹل ہے۔

سلیکان (Silicon): دراصل ریت سلیکان ڈائی آکسائیڈ ہے۔ سلیکون مرکبات کیمیائی طور پر سلیکان میں تبدیل ہو جاتے ہیں جو نیم موصل کے طور پر استعمال کے لئے خالص ہے۔ سلیکان کا ایٹم نمبر 14 ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اس میں 14 پروٹوں اور 14 الیکٹران ہیں۔ دو الیکٹران پہلے مدار ہی ہیں آٹھ الیکٹران دوسرے مدار میں اور چار الیکٹران تیسرے مدار میں ہیں۔ (شکل نمبر 1.2b)

شکل نمبر کے مطابق یہ بھی ایک ٹیٹرا ویلینٹ عنصر ہے کیوں کہ اس کے ایٹم میں چار والینس الیکٹران ہوتے ہیں۔ جرمینیم کی طرح، سلیکان ایٹم جی ایک منظم پیٹرن میں ترتیب دیئے جاتے ہیں۔ لہٰذا سلیکان کرسٹل ساخت ہے۔

1.4.1 خالص نیم موصل(Intrinsic Semeconductor)

"ایک نیم موصل اپنی قدرتی خالص حالت میں ایک انٹرنسک نیم موسل کہلاتا ہے۔" خالص جرمینیم یا خالص سلیکان دراصل کم درجہ حرارت پر ایک غیر موصل ہے۔

الکٹرانس اور ہولس کی تشکیل:

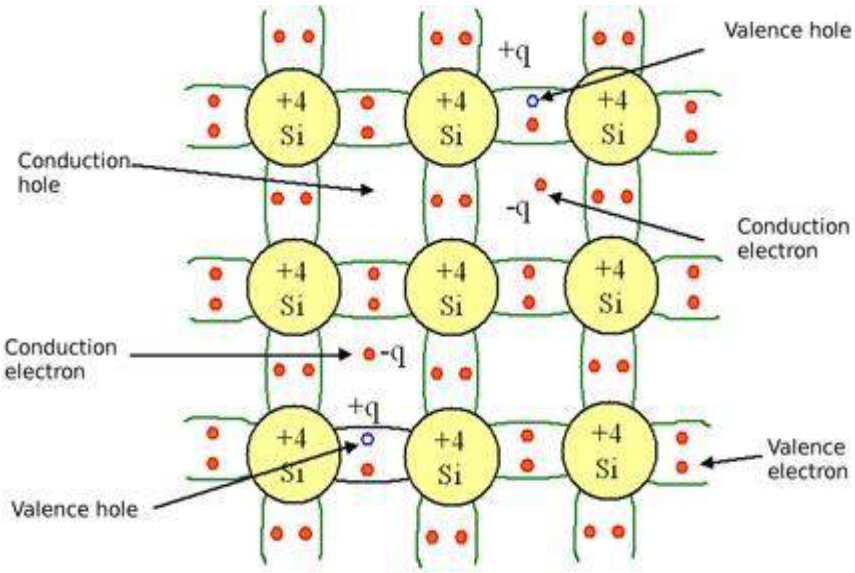
خالص نیم موصلوں میں برقی ترسیل کو سمجھنے کے لئے آیئے جرمینیم کے معاملے پر غور کریں۔ جیسا کہ ہم جانتے ہیں جرمینیم کا جوہری نمبر 32 ہے اس لحاظ سے 2 الکٹرانس اس کے پہلے مدار میں، دوسرے مدار میں 8، تیسرے مدار میں 18 اور باقی 4 الکٹرانس سب سے بیرونی مدار میں ہوتے ہیں۔ اس طرح جرمینیم میں چار ویلنس الکٹران ہوتے ہیں۔

لہٰذا یہ ایک ٹیٹرا ویلینٹ عنصر ہے۔ جرمینیم ایٹم میں چار والینس الکٹرانوں میں سے ہر ایک کو چار ملحقہ جرمینیم ایٹموں کے والینس الکٹران کے ذریعے مشترکہ کیا جاتا ہے اور چار الکٹران جوڑے بناتے ہیں جیسا کہ شکل نمبر میں دکھایا گیا ہے۔ اس قسم کے الیکٹران کے جوڑوں کو ویلنٹ بانڈز کے نام سے جانا جاتا ہے جو پڑوسی ایٹموں کے درمیان پابند قوت فراہم کرتے ہیں۔ اس طرح ایٹم برتاؤ کرتے ہیں جیسے انکا بیرونی مدار آٹھ الیکٹرانوں سے مکمل ہو۔ اس لئے جرمینیم کرسٹل کے ذریعے کرنٹ چلانے کے لئے کوئی مفت الکٹران دستیاب نہیں ہیں۔

البتہ درجہ حرارت میں اضافے کے ساتھ، تھرمل ایجی ٹیشن کی وجہ سے کچھ ہم آہنگی کے بندھن ٹوٹ جاتے ہیں۔ اس کی وجہ سے کچھ الیکٹران کرنٹ چلانے کے لئے آزاد ہو جاتے ہیں۔ یہ الیکٹران بے ترتیب طریقے سے کرسٹل جالی کے ذریعے آزادنہ طور پر حرکت کرتے ہیں۔ جرمینیم کرسٹل پر مناسب برقی قوۃ کو لاگو کرنے پر، الیکٹرانوں کی یہ بے ترتیب حرکت مثبت الیکٹروڈ کی جانب مسلسل بڑھنے کا تجربہ کرتی ہے اور ایک کمزور برقی رو پیدا ہوتی ہے۔

جب تھرمل انرجی کی وجہ سے ہم آہنگی کا بانڈ ٹوٹ جاتا ہے تو ایک الیکٹران کے ہٹانے سے خالی جگہ یا الیکٹران کی کمی کو ہول کہا جاتا ہے۔ یہ ہول ایک مثبت چارج شدہ ذرہ کے طور پر کام کرتا ہے، جسکا چارج الیکٹران کے برابر ہوتا ہے لیکن مخالف علامت کا ہوتا ہے۔ یہ ہول پڑوسی ایٹم سے ایک الیکٹران کو بھرنے کے لئے اپنی طرف راغب کرتا ہے۔ اس طرح اب ہول کو دوسری جگہ منتقل کر دیا گیا ہے جہاں سے الیکٹران منتقل ہوا ہے۔ نئے بنائے گئے ہول کو دوسرے پڑوسی الیکٹران وغیرہ سے بھرا جاتا ہے۔ لہٰذا ایک بار پیدا ہونے والا

ہول کرسٹل میں بے ترتیب طریقے سے حرکت کرتا ہے۔ بالکل مفت الیکٹران کی طرح، برقی میدان لگانے پر، ہول والینس الیکٹران کے مخالف سمت میں حرکت کرتے ہیں۔ یہ ایک ہول کرنٹ بناتا ہے جیسا کہ شکل نمبر میں دکھایا گیا ہے۔

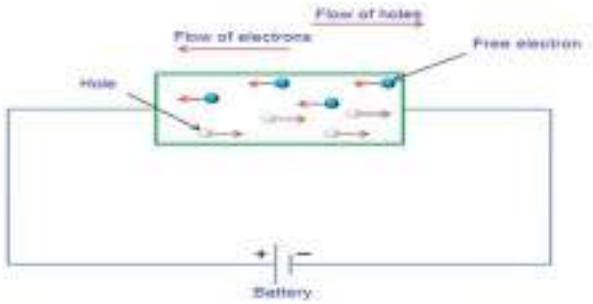


Source:http://www.optique-ingenieur.org/en/courses/OPI_ang_M05_C02/co/Contenu_03.html

شکل(1.2)

اس طرح نیم موصل بار AB میں پوئنٹ A پر پیدا ہونے والے ہول، پوئنٹ B کی طرف متوجہ ہوتے ہیں اور وہیں بے اثر ہو جاتے ہیں اس طرح بیرونی سرٹ میں کوئی ہول نہیں ہیں۔ یہ صرف نیم موصل کے اندر ہے کہ برقی کرنٹ I_e اور ہول کرنٹ I_h ہے۔

جب تھرمل انرجی کی وجہ سے ہم آہنگی کا بانڈ ٹوٹ جاتا ہے تو ایک الیکٹران کے ہٹانے سے خالی جگہ یا الیکٹران کی کمی کو ہول کہا جاتا ہے۔ یہ ہول ایک مثبت چارج شدہ ذرہ کے طور پر کام کرتا ہے، جسکا چارج الیکٹران کے برابر ہوتا ہے لیکن مخالف علامت کا ہوتا ہے۔ یہ ہول پڑوسی ایٹم سے ایک الیکٹران کو بھرنے کے لئے اپنی طرف راغب کرتا ہے۔ اس طرح اب ہول کو دھوسری جگہ منتقل کر دیا گیا ہے جہاں سے الیکٹران منتقل ہوا ہے۔ نئے بنائے گئے ہول کو دوسرے پڑوسی الیکٹران وغیرہ سے بھرا جاتا ہے۔ لہٰذا ایک بار پیدا ہونے والا ہول کرسٹل میں بے ترتیب طریقے سے حرکت کرتا ہے۔ بالکل مفت الیکٹران کی طرح، برقی میدان لگانے پر، ہول والینس الیکٹران کے مخالف سمت میں حرکت کرتے ہیں۔ یہ ایک ہول کرنٹ بناتا ہے جیسا کہ شکل(1.2) میں دکھایا گیا ہے۔



Source:https://www.physics-and-radio-electronics.com/electronic-devices-and-circuits/semiconductor

شکل(1.3)

اس طرح نیم موصول بار AB میں پوئنٹ A پر پیدا ہونے والے ہول، پوئنٹ B کی طرف متوجہ ہوتے ہیں اور وہیں بے اثر ہو جاتے ہیں اس طرح بیرونی سرکٹ میں کوئی ہول نہیں ہیں۔ یہ صرف نیم موصل کے اندر ہے کہ برقی کرنٹ I_e اور ہول کرنٹ I_b ہے۔

1.4.2 غیر خالص موصل(Doped or Extrinsic Semeconductor)

ایک خالص نیم موصل کی ایصالیت اسکی تپش پر منحصر ہوتی ہے۔ لیکن روم تپش پر اسکی ایصالیت بہت کم ہوتی ہے، اسلئے ان نیم موصولوں کو براہِ راست استعمال کر کے کوئی الیکٹرانک اجزاء نہیں تیار کئے جاسکتے ہیں۔ ان کی ایصالیت میں اضافہ کرنے کے لئے مخصوص ملاوٹوں(Impurities) کے ذریعے حاصل ہوسکتے ہیں۔

جب ایک مناسب ملاوٹ کی بہت کم مقدار(108:1) ایک خالص نیم موصل میں ملائی جاتی ہے تو نیم موصل کی ایصالیت میں کئی گنا اضافہ ہو جاتا ہے۔ ایسے نیم موصلوں کو غیر خالص نیم موصل یا ملاوٹی نیم موصل(Extrinsic S.C.) کہتے ہیں۔ ایک مخصوص ملاوٹ کا جان بوجھ کر ملایا جانا،(Doping) ڈوپنگ کہلاتا ہے اور ملاوٹ کے ایٹم ملاوٹ کار(Dopants) کہلاتے ہیں۔ ایسی مادی شئے کو ملاوٹ شدہ نیم موصل(Doped S.C.) بھی کہتے ہیں۔ چوگرفتہ(Tetravalent) Si یا Ge سلیکان یا جرمینیم میں ملاوٹ کے لئے دو قسم کے ملاوٹ کار استعمال ہوتے ہیں۔

(a) پنجگرفتہ(Pentavalent): جیسے آرنیک(As)، فوسفورس(P)، اینٹی منی(Sb) وغیرہ۔

(b) سہ گرفتی(Trivalent) جیسے انڈیم(In)، بورن(B)، المونیم(Al) وغیرہ۔

ہم جانتے ہیں کہ جرمینیم اور سلیکان دوری جدول کے چوتھے گروپ سے منسلک ہیں اسکی وجہ سے ہم ملاوٹ کار عنصر اسکے نزدیکی گروپ، تیسرے یا پانچویں گروپ سے منتخب کرتے ہیں۔ خاص طور پر جرمینیم اور سلیکان میں پنجگرفتی اور سہ گرفتی ملاوٹ کار شامل کرنے سے دو قسم کے نیم موصل حاصل ہوتے ہیں۔

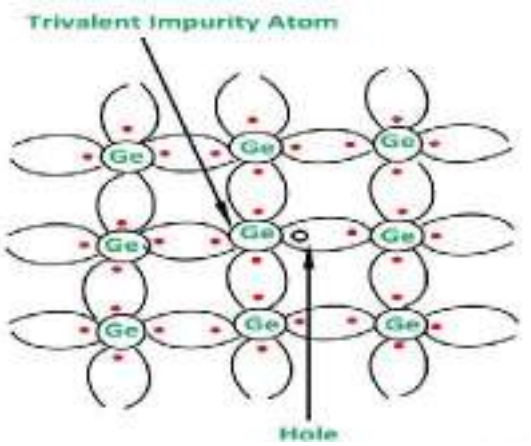
(i) P-قسم نیم موصل(P-type semi conductor)

(ii) N-قسم نیم موصل(N-type semiconductor)

(i) P-قسم نیم موصل(P-type semi conductor)

اگر ایک خالص نیم موصل میں تین والینس الیکٹرانوں والی چھوٹی مقدار میں ملاوٹ کو شامل کیا جائے تو اسے P-قسم والی نیم موصل کہتے ہیں۔

ہم جانتے ہیں کہ تین والینس الیکٹرانوں والی ملاوٹ کی عام مثالیں ہیں گیالیم(Ga)اورانڈیم(In) جنکا اٹامک نمبر بالترتیب 31اور49 ہے۔جب جرمینیم کرسٹل میں اس طرح کی ملاوٹ کی تھوڑی سی مقدار شامل کی جاتی ہے تو ملاوٹ ایٹموں کے تین والینس الیکٹران تین پڑوسی جرمینیم ایٹموں کے تین والینس الیکٹرانوں کے ساتھ ہم آہنگی بانڈ بناتے ہیں۔چوتھے بانڈ کو مکمل کرنے کے لئے ایک الیکٹران کی کمی ہوتی ہے۔اس الیکٹران کی کمی کو ہول(hole) کہا جاتا ہے اور یہ ایک مثبت چارج شدہ ذرہ کی طرح برتاؤ کرتا ہے۔آنے والی شکل(1.4)اسکے منظر کو پیش کرتا ہے۔



Source:https://circuitglobe.com/p-type-semiconductor.html

شکل(1.4)

چونکہ ہم آہنگی بالڈز بانے کے لئے نیم موصل کرسٹل کا ایک مضبوط رجحان ہوتا ہے، لہٰذا ایک ہول قریبی ہم آہنگی بانڈ سے ایک الیکٹران کو اپنی طرف کھینچتا ہے۔اسکے نتیجے میں الیکٹران کی اصل جگہ پر ایک نیا ہول پیدا ہوتا ہے۔اس ہول کو پھر سے قریبی بانڈ سے ایک اور الیکٹران بھرتا ہے جس سے ایک اور ہول بنتا ہے اور اسی طرح ایک ہول کرسٹل جالی کے ذریعے آزادانہ طور پر حرکت کرتا ہے۔

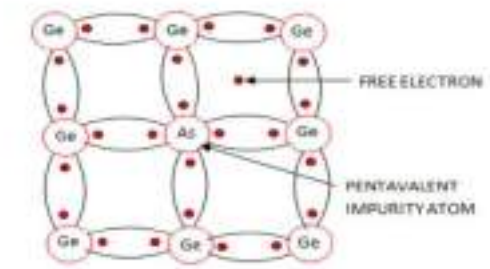
ایسی ملاوٹ جو نیم موصل کرسٹل کے اندر ہول پیدا کرتی ہے اسے قبول کنندہ ملاوٹ کہا جاتا ہے کیونکہ یہ قریبی جرمینیم بانڈ سے الیکٹران کو قبول کرتا ہے۔ نیم موصل جس میں قبول کنندہ قسم کی ملاوٹ ہوتی ہے اسے پی ٹائپ نیم موصل کہا جاتا ہے کیوں کہ یہاں چارج کیریئر مثبت ہول ہوتے ہیں۔

پی قسم کے نیم موصل میں، ہولس اکثریتی چارج کیریئر ہوتے ہیں لیکن کچھ تھرمل طور پر پیدا ہونے والے الیکٹران ہوتے ہیں جنہیں اقلیتی چارج کیریئر کہا جاتا ہے۔

(ii) ین قسم نیم موصل(N-type semiconductor)

"اگر ایک خالص نیم موصل میں پانچ والینس الیکٹرانوں والی بیٹا ویلینٹ ملاوٹ کی تھوڑی سی مقدار کو شامل کیا جائے تو اسے ین قسم نیم موصل کہا جاتا ہے۔"

ہم جانتے ہیں کہ پانچ والینس الیکٹران والی پنٹا ویلینٹ ملاوٹ کی مخصوص مثالیں آرسینک اور اینٹیمونی ہیں۔ ملاوٹی ایٹم کے چار والینس الیکٹران پڑوسی جرمینیم ایٹموں کے چار والینس الیکٹرانوں کے ساتھ ہم آہنگی بانڈز بناتے ہیں۔ ملاوٹی ایٹم کے پانچویں والینس الیکٹران کو ہم آہنگی بانڈرز میں کوئی جگہ نہیں ملتی اور کرسٹل جالی میں بے ترتیب حرکت کرنے کے لئے آزاد رہتا ہے۔ لہٰذا ہر ملاوٹی ایٹم نیم موصل کو ایک مفت الیکٹران عطیہ کرتا ہے۔ اسطرح ملاوٹ کو عطیہ کی ملاوٹ کہا جاتا ہے۔ عطیہ (donor) قسم کی ملاوٹ پر مستقل نیم موصل کو ین قسم کا نیم موصل کہا جاتا ہے کیوں کہ اس میں منفی چارج کیریئر ہوتے ہیں۔



Source:https://siliconvlsi.com/n-type-semiconductor/

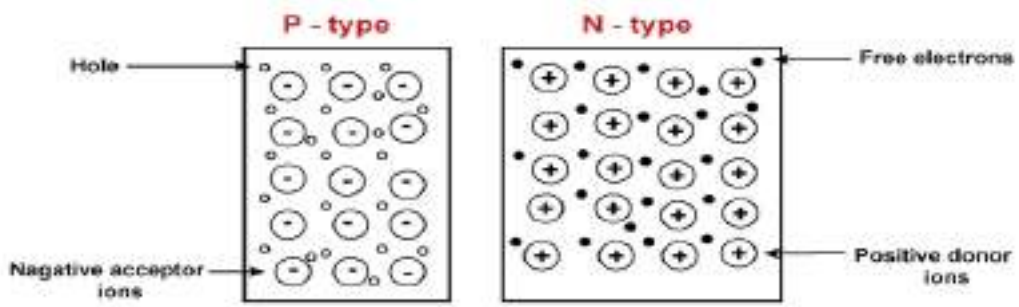
شکل(1.5)

"N قسم کے نیم موصولوں میں الیکٹران اکثریتی چارج کیریئر ہوتے ہیں لیکن اب بھی تھرمل طور پر پیدا ہونے والے کچھ ہولس موجود ہیں جنہیں اقلیتی چارج کیریئر کہا جاتا ہے۔"

اکثریتی اور اقلیتی کیریئرز (Majority and Minority Carrier's):

ہم جانتے ہیں کہ ملاوٹ کے اثر کی وجہ سے، N قسم کے مواد میں بڑی تعداد میں آزاد الیکٹران ہوتے ہیں جبکہ P قسم کے مواد میں بڑی تعداد میں ہولس ہوتے ہیں۔ یہ بھی یاد کیا جاسکتا ہے کہ کمرے کے درجہ حرارت پر کچھ آہم آہنگی بندھن ٹوٹ جاتے ہیں۔ اسطرح مساوی تعداد میں آزاد الیکٹران اور ہولس خارج ہوتے ہیں۔ ین قسم کے مواد میں خمرے کے درجہ حرارت پر بندھن ٹوٹنے کی وجہ سے الیکٹران۔ ہول کے جوڑوں کا حصہ ہوتا ہے لیکن اس کے علاوہ ملاوٹ کے اثر کی وجہ سے اس میں آزاد الیکٹرانوں کی بہت زیادہ مقدار ہوتی ہے۔ یہ ملاوٹ کی وجہ سے آزاد الیکٹران، ہولس سے وابستہ نہیں ہیں۔ نتیجتاً ایک N قسم نیم موصل میں زیادہ تعداد میں مفت الیکٹران اور کم تعداد ہی ہولس ہوتے ہیں جسا کہ شکل (1.6) میں دکھایا گیا ہے۔ اس معاملے میں مفت الیکٹرانوں کو اکثریتی کیریئر سمجھا جاتا ہے۔ چونکہ N قسم کے مواد میں کرنٹ کا زیادہ تر حصہ آزاد الیکٹران کے بہاؤ سے ہوتا ہے اور ہولس اقلیتی کیریئر ہوتے ہیں۔

اس طرح، پی قسم کے مواد میں ہولس کی تعداد مفت الیکٹران سے زیادہ ہے جیسا کہ شکل نمبر (1.6) میں دیکھایا گیا ہے۔ لہٰذا ہولس اکثریتی کیریئرز ہیں اور مفت الیکٹران اقلیتی کیریئرز ہیں۔



Source:https://www.javatpoint.com/difference-between-n-type-and-p-type-semiconductors

شکل (1.6)

1.5 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

اس مسئلے میں سوراخ کا ارتکاز دیا جاتا ہے اور اندرونی کیریئر کنسر ٹیشن دی جاتی ہے، ہمیں الیکٹران کا ارتکاز تلاش کرنا پڑتا ہے۔ ہم بڑے پیمانے پر کارروائی کا قانون لاگو کرتے ہیں۔

حل: دیا گیا ہے

$$n.p = ni^2$$

$$\text{Given , } p = 2.25 \times 10^{15} /cm^3$$

$$n_i = 1.5 \times 10^{10}/cm^3$$

$$n = n_i^2/p = (1.5 \times 10^{10})^2 \ / 2.25 \times 10^{15}$$

$$= 10^5/cm^3$$

1.6 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- الیکٹریکل اور الیکٹرانکس نظام کے مطابق ایک الیکٹریکل بند سرکٹ میں برقی رو گزرتی ہے اس کو الیکٹریکل سرکٹ کہا جاتا ہے۔ ہر الیکٹریکل سرکٹ بہت سے اجزاء پر مشتمل ہوتا ہے جیسے کہ بیاٹری، ریزسٹرس، کیپیسٹرز، انڈکٹرز، ڈائیوڈ، ٹرانزسٹرس، ICSوغیرہ۔
- الیکٹرانک ڈیزائین میں ایک اینالاگ سرکٹ وہ ہوتا ہے جو وولٹیج یا کرنٹ لیونر کا استعمال کرتا ہے جو سگنل کے حیطہ (Amplitude) کی نمائندگی کرنے کے لئے وقت کے ساتھ مسلسل مختلف ہوتے ہیں۔ یہ ڈیجیٹل سرکٹس کے برعکس ہے جو سگنل کی سطحوں کا ایک مجرد سیٹ استعمال کرتے ہیں۔ عام طور پر دو وولٹیج یا کرنٹ جو سگنل کے Amplitude کی نمائندگی کرتے ہیں۔
- بہت سے نیم موصل دستیاب ہیں، لیکن ان میں سے بہت کم کا الیکٹرانکس میں عملی استعمال ہے۔ دو سب سے زیادہ استعمال ہونے والے مادے جرمینیم (Ge) اور سلیکان (Si) ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ایک الیکٹران کو انکے والینس بینڈ سے خارج کرنے کے لئے درکار توانائی بہت کم ہوتی ہے، جو کہ جرمینیم کے لئے تقریباً 0.7 eV اور سلیکان کے لئے تقریباً 1.1 eV ہے۔
- "ایک نیم موصل اپنی قدرتی خالص حالت میں ایک انٹرنسک نیم موسل کہلاتا ہے۔" خالص جرمینیم یا خالص سلیکان دراصل کم درجہ حرارت پر ایک غیر موصل ہے۔
- ایک خالص نیم موصل کی ایصالیت اسکی تپش پر منحصر ہوتی ہے۔ لیکن روم تپش پر اسکی ایصالیت بہت کم ہوتی ہے، اسلئے ان نیم موصولوں کو براہِ راست استعمال کر کے کوئی الیکٹرانک اجزاء نہیں تیار کئے جاسکتے ہیں۔ ان کی ایصالیت میں اضافہ کرنے کے لئے مخصوص ملاوٹوں ((Impurities کے ذریعے حاصل ہوسکتے ہیں۔
- اگر ایک خاص نیم موصل میں تین والینس الیکٹرانوں والی چھوٹی مقدار میں ملاوٹ کو شامل کیا جائے تو اسے P– قسم والی نیم موصل کہتے ہیں۔

- "اگر ایک خالص نیم موصل میں پانچ والینس الیکٹرانوں والی بیٹاو یلینٹ ملاوٹ کی تھوڑی سی مقدار کو شامل کیا جائے تو اسے ین قسم نیم موصل کہا جاتا ہے۔"
- "N قسم کے نیم موصولوں میں الیکٹران اکثریتی چارج کیریئر ہوتے ہیں لیکن اب بھی تھرمل طور پر پیدا ہونے والے کچھ ہولس موجود ہیں جنہیں اقلیتی چارج کیریئر کہا جاتا ہے۔"

1.7 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **فعال اجزاء (Active components):** ایک الیکٹریک سرکٹ عنصر جو سرکٹ کو برقی طاقت فراہم کر سکتا ہے یا سرکٹ میں طاقت حاصل کر سکتا ہے، ایک فعال عنصر یا فعال جزو کے طور پر جانا جاتا ہے۔
- **غیر فعال اجزاء (Passive Components):** سرکٹ کا وہ عنصر یا جزو جو صرف برقی توانائی کو جذب کر سکتا ہے اور اسے حرارت کی صورت میں یا مقناطیسی میدان یا برقی میدان میں ذخیرہ کرتا ہے۔
- **خالص نیم موصل:** "ایک نیم موصل اپنی قدرتی خالص حالت میں ایک انٹرنسک نیم موسل کہلاتا ہے۔" خالص جرمینیم یا خالص سلیکان دراصل کم درجہ حرارت پر ایک غیر موصل ہے۔
- **غیر خالص موصل:** ایک خالص نیم موصل کی ایصالیت اسکی تپش پر منحصر ہوتی ہے۔ لیکن روم تپش پر اسکی ایصالیت بہت کم ہوتی ہے، اسلئے ان نیم موصولوں کو براہِ راست استعمال کر کے کوئی الیکٹرانک اجزاء نہیں تیار کئے جاسکتے ہیں۔ ان کی ایصالیت میں اضافہ کرنے کے لئے مخصوص ملاوٹوں ((Impurities کے ذریعے حاصل ہوسکتے ہیں۔
- **P– قسم والی نیم موصل:** اگر ایک خالص نیم موصل میں تین والینس الیکٹرانوں والی چھوٹی مقدار میں ملاوٹ کو شامل کیا جائے تو اسے P– قسم والی نیم موصل کہتے ہیں۔
- **N– قسم نیم موصل:** "اگر ایک خالص نیم موصل میں پانچ والینس الیکٹرانوں والی بیٹاو یلینٹ ملاوٹ کی تھوڑی سی مقدار کو شامل کیا جائے تو اسے ین قسم نیم موصل کہا جاتا ہے۔"

1.8 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

1.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. سیمی کنڈکٹر ڈایڈس غیر اوہمک کیوں ہیں؟
2. سیمی کنڈکٹر ڈائیوڈ کیسے کام کرتا ہے؟

3. پی ٹائپ اور این ٹائپ سیمی کنڈکٹر کیا ہے؟
4. سیمی کنڈکٹرز کی دو قسمیں کیا ہیں؟
5. سیمی کنڈکٹر ڈایڈس کو _____ کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔
6. سیمی کنڈکٹر ڈایڈس کے استعمال کیا ہیں؟
7. پہلا سیمی کنڈکٹر ڈائیوڈ کس نے بنایا؟
8. ایک الیکٹران وولٹ.....ہے۔
9. سیمی کنڈکٹرز میں دو قسم کے چارج کیا ہیں؟
10. چارج کو بیان کرو۔
11. سوراخ کی وضاحت کریں۔
12. اندرونی سیمی کنڈکٹرز کی وضاحت کریں۔
13. سلکان کا جوہری نمبر کیا ہے؟
14. جرمینیم کا جوہری نمبر کیا ہے؟
15. ایک سلکان ایٹم میں کتنے والینس الیکٹران ہوتے ہیں؟
16. ایک جرمینیم ایٹم میں کتنے والینس الیکٹران ہوتے ہیں؟

1.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. N قسم اور P قسم کے سیمی کنڈکٹرز کے درمیان فرق بتائیں۔
2. Deplation layer کے طریقہ کار کی تفصیل سے وضاحت کریں۔
3. کنڈکشن بینڈ میں الیکٹران کے ارتکاز کا اظہار حاصل کریں۔
4. ضروری ڈایاگرام کے ساتھ اندرونی اور خارجی سیمی کنڈکٹرز کی وضاحت کریں۔

1.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. پی این جنکشن ڈائیوڈ کیا ہے؟ بیرونی تعصب کیا ہے؟ مناسب خاکہ کے ساتھ اس کے آگے اور معکوس تعصب کی شرائط بیان کریں۔

2. فرمی لیول کے انحصار کا تعین کرنے کے لیے این قسم کے سیمی کنڈکٹر کے لیے مساوات اخذ کریں ۔

1.8.4 غیر حل شدہ سوالات ((Unsolved Questions)

1. ایک اے سی چوٹی کی قیمت 20V کا وولٹیج سلکان ڈائیوڈ کے ساتھ سیریز میں جڑا ہوا ہے۔ 500Ω کی لوڈ مزاحمت۔ اگر ڈایڈڈ کی فارورڈ ریزسٹنس 10Ω ہے، تو معلوم کریں: (i ڈایڈڈ کے ذریعے چوٹی کرنٹ (ii چوٹی آؤٹ پٹ وولٹیج اگر ڈایڈڈ کو مثالی مان لیا جائے تو یہ اقدار کیا ہوں گی؟

1.9 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

---

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی2۔ جنکشن ڈائیوڈ

(Junction Diodes)

اکائی کے اجزا

2.0		تمہید
2.1		مقاصد
2.2		پی۔این جنکشن ڈائیوڈ
2.3		جنکشن ڈائیوڈ کی خصوصیات
2.4		مخصوص نیم موصل آلات ڈائیوڈس
	2.4.1	لائٹ ایمیٹنگ دائیوڈ
	2.4.2	فوٹوڈائیوڈ
	2.4.3	شمسی سیل
2.5		حل شدہ مثالیں
2.6		اکتسابی نتائج
2.7		کلیدی الفاظ
2.8		نمونہ امتحانی سوالات
	2.8.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	2.8.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	2.8.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
	2.8.4	غیر حل شدہ سوالات
2.9		تجویز کردہ اکتسابی مواد

2.0 تمہید (Introduction)

p–n جنکشن کی ایجاد کو عام طور پر 1939 میں بیل لیبارٹریز کے امریکی ماہر طبیعیات رسل اوہل سے منسوب کیا جاتا ہے۔[1] دو سال بعد (1941)، وادیم لشکریوف نے Cu2O میں p–n جنکشن اور سلور سلفائیڈ فوٹو سیلز اور سیلینیم ریکٹیفائر کی دریافت کی اطلاع دی۔ p–n جنکشن کے جدید نظریہ کو ولیم شاکلی نے اپنے کلاسک کام الیکٹران اینڈ ہولز ان سیمی کنڈکٹرز (1950) میں واضح کیا تھا۔ p–n جنکشن جدید سیمی کنڈکٹر الیکٹرانکس کے لیے ایک مفید خاصیت رکھتا ہے۔ ایک پی ڈوپڈ سیمی کنڈکٹر نسبتا conductive ہے. این ڈوپڈ سیمی کنڈکٹر کا بھی یہی حال ہے، لیکن دو سیمی کنڈکٹر خطوں کے رشتہ دار وولٹیجز پر منحصر ہے، ان کے درمیان کا جنکشن چارج کیریئرز کا ختم ہو سکتا ہے۔ اس ختم شدہ پرت میں چارج کیریئرز کے بہاؤ کو جوڑ کر، p–n جنکشن عام طور پر ڈایڈس کے طور پر استعمال ہوتے ہیں: سرکٹ عناصر جو ایک سمت میں بجلی کے بہاؤ کی اجازت دیتے ہیں لیکن دوسری (مخالف) سمت میں نہیں۔

تعصب p–n جنکشن والے علاقے کے نسبت وولٹیج کا اطلاق ہے :فارورڈ تعصب آسان کرنٹ بہاؤ کی سمت میں ہے۔ ریورس تعصب بہت کم یا کوئی موجودہ بہاؤ کی سمت میں ہے۔ p–n جنکشن کی فارورڈ بائیس اور ریورس بائیس خصوصیات کا مطلب یہ ہے کہ اسے ڈائیوڈ کے طور پر استعمال کیا جا سکتا ہے۔ ایک p–n جنکشن ڈایڈڈ چارج کیریئرز کو ایک سمت میں بہنے کی اجازت دیتا ہے، لیکن مخالف سمت میں نہیں۔ منفی چارج کیریئرز (الیکٹران) آسانی سے n سے p تک جنکشن کے ذریعے بہہ سکتے ہیں لیکن p سے n تک نہیں، اور ریورس مثبت چارج کیریئرز (سوراخ) کے لیے درست ہے۔ جب p–n جنکشن آگے کی طرف متعصب ہوتا ہے، چارجر کیریئرز الیکٹرانوں اور سوراخوں سے نظر آنے والی توانائی کی رکاوٹوں میں کمی کی وجہ سے آزادانہ طور پر بہتے ہیں۔[4] جب p–n جنکشن الٹا متعصب ہوتا ہے، تاہم، جنکشن رکاوٹ (اور اس وجہ سے مزاحمت) زیادہ ہو جاتی ہے اور چارج کا بہاؤ کم سے کم ہوتا ہے۔

2.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی میں ہم:

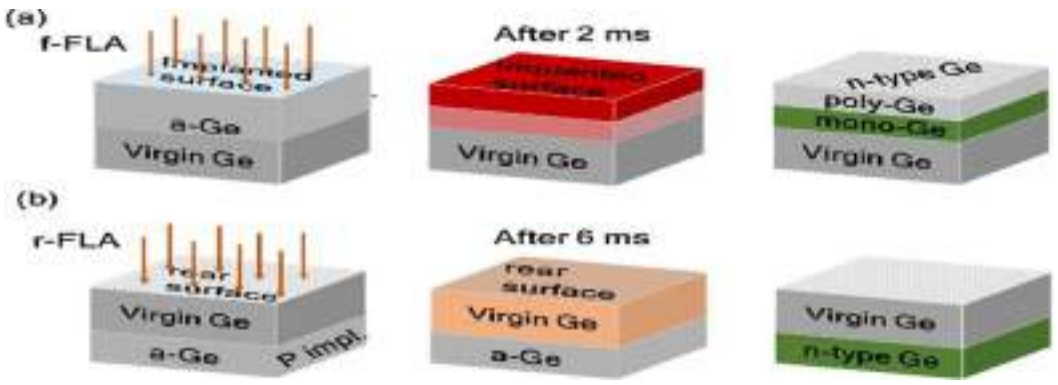
- پی۔این جنکشن ڈائیوڈ کے بارے میں جانیں گے۔
- مخصوص نیم موصل آلات ڈائیوڈس کے بارے میں جانیں گے۔

2.2 پی۔این جنکشن ڈائیوڈ (PN- Junction)

"جب ایک پی۔ ٹائپ نیم موصل مناسب طریقے سے این۔ ٹائیپ نیم موصل سے جوڑ دیا جاتا ہے تو حاصل شدہ مواد PN جنکشن کہلاتا ہے۔"

زیادہ تر نیم موصل آلات میں ایک یا زائد پی۔ این جنکشن ہوتے ہیں۔ اس لئے پی۔ این جنکشن بہت اہمیت کا حامل ہوتا ہے۔ پی۔ این جنکشن کی تشکیل اور خصوصیات کی مکمل جانکاری، نیم موصل آلات کو سمجھنے کے قابل بنا سکتا ہے۔

در حقیقت، پی این جنکشن خاص تکنیکوں کے ذریعہ بنانے کا ایک عام طریقہ alloying کہلاتا ہے۔ اسی طریقہ میں انڈیم کا ایک چھوٹا سا بلاک (ٹرائیویلنٹ ملاوٹ) کو این قسم کے جرمینیم سلیب پر رکھا جاتا ہے جیسا کہ شکل نمبر (2.1) میں دکھایا گیا ہے۔



i ii iii

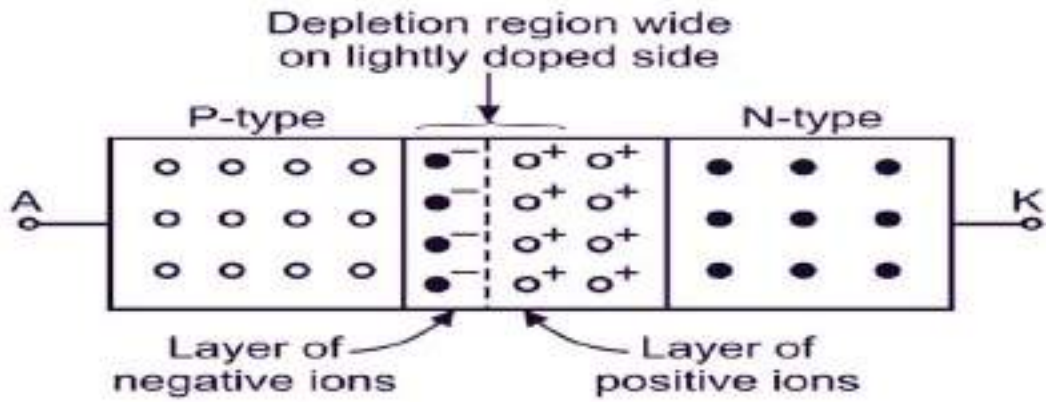
Source:https://www.nature.com/articles/srep27643

شکل(2.1)

اس کے بعد سسٹم کو تقریباً کم کے درجہ حرارت پر گرم کیا جاتا ہے۔ انڈیم اور کچھ جرمینیم پگھل کر پگھلا ہوا مواد پوڈل بناتا ہے۔ جرمینیم، انڈیم مرکب جیسا کہ شکل نمبر (ii) میں دکھایا گیا ہے۔ اس کے بعد درجہ حرارت کو کم کیا جاتا ہے اور پوڈل مضبوط ہونا شروع ہوتا ہے۔ مناسب حالات میں ملاوٹی انڈیم کے ایٹموں کو جرمینیم سلیب میں مناسب طریقے سے ایڈجسٹ کیا جائے گا تاکہ ایک کرسٹل بن جائے۔ یہاں پر انڈیم کا اضافہ، این نیم موصل جرمینیم میں الیکٹران کی زیادتی پر اس حد تک قابو پاتا ہے کہ یہ پی قسم کا حصہ (خطہ) بناتا ہے۔ جیسے جیسے یہ عمل آگے بڑھتا ہے تو باقی پگھلا ہوا مرکب انڈیم سے بھرپور ہوتا جاتا ہے جب تمام جرمینیم کو دوبارہ جمع کر دیا جاتا ہے تو بقیہ مواد

انڈیم بٹن کے طور پر ظاہر ہوتا ہے۔ جو کرسٹلائزڈ حصے کی بیرونی سطح پر جم جاتا ہے جیسا کہ شکل نمبر(iii)میں بتایا گیا ہے۔ یہ بٹن لیڈرز پر سولڈرنگ کے لئے موزوں بنیاد کے طور پر کام کرتا ہے۔

PN Junction کے خصوصیات:PN جنکشن کی تشکیل کے فوری بعد،N انجمن میں جنکشن کے قریب آزاد الیکٹران جنکشن کے ڈرP ریجن میں پھیلنا شروع کر دیتے ہیں جہاں وہ جنکشن کے قریب ہولس کے ساتھ مل جاتے ہیں۔ نتیجہ یہ ہے کہ N ریجن مفت الیکٹران کھو دیتا ہے کیوں کہ وہ جنکشن میں پھیل جاتے ہیں۔ یہ جنکشن کے قریب مثبت چارجز کی ایک تہہ بناتا ہے۔ جیسے جیسے الیکٹران جنکشن کے پار منتقل ہوتے ہیں،P ریجن ہولس کھو دیتا ہے کیوں کہ الیکٹران اور ہولس آپس میں مل جاتے ہیں۔ نتیجہ یہ ہے کہ جنکشن کے قریب منفدی چارجز کی ایک تہہ موجود ہے۔ مثبت اور منفی چارجز کی یہ دو تہیں(Depletion Layers) تشکیل دیتی ہیں۔ جنکشن کے پار پھیلنے کی وجہ سے چارج کیریئر مفت الیکٹران اور ہولس کا خالی ہونا۔ واضح رہے کہ ڈپیلیشن پرت بہت جلد بنتی ہے اور N ریجن اور P ریجن کے مقابلے بہت پکی ہوتی ہے۔ شکل نمبر(2.2)میں وضاحت کے لئے پرت کی چوڑائی کو بڑھا کر دکھایا گیا ہے۔



Source:https://electricalworkbook.com/depletion-region/

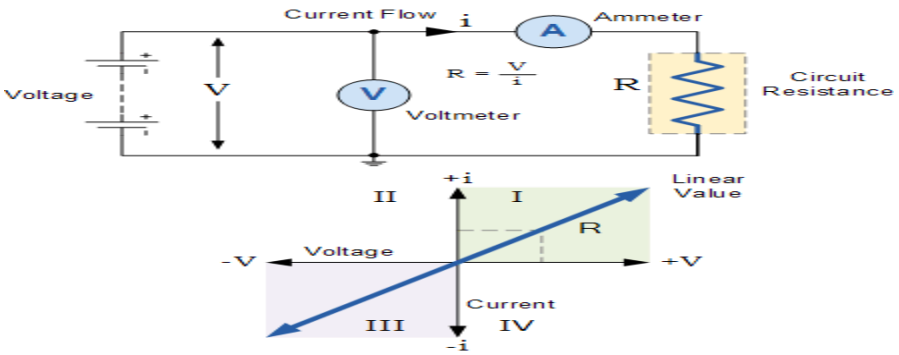
شکل(2.2)

ایک بار جب پی این جنکشن بن جاتا ہے اور ڈپلیشن پرت بن جاتی ہے تو مفت الیکٹران کا پھیلاؤ رک جاتا ہے۔ دوسرے لفظوں میں،ڈپلیشن پرت کا علاقہ جنکشن کے پار آزاد الیکٹرانوں کی مزید نقل و حرکت میں رکاوٹ کا کام کرتا ہے۔ مثبت اور منفی چارجز برقی میدان قائم کرتی ہے۔ برقی میدان N علاقے میں مفت الیکٹرانوں کے لئے ایک رکاوٹ ہے۔ ڈپیلیشن پرت کی تہہ میں ممکنہ فرق موجود ہے اور اسے بیریئر پوٹینشل کہا جاتا ہے۔ پی این جنکشن میں رکاوٹ کی صلاحیت کئی عوامل پر منحصر ہے جس میں نیم موصل کی قسم،ڈوپنگ کی مقدار اور درجہ حرارت وغیرہ سلیکان کے لئے 0.7V اور جرمینیم کے لئے 0.3v ہے۔

2.3 جنکشن ڈائیوڈ کی خصوصیات (PN Junction Characteristics)

ڈائیوڈ کی I-V خصوصیات (V-I Characteristic of a Diode):

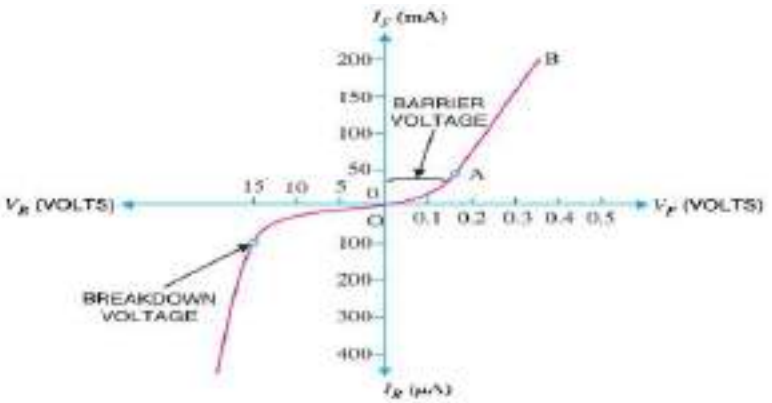
پی۔ین جنکشن یا نیم موصل دائیوڈ کی وولٹ۔ایمپیئر خصوصیات، جنکشن کے وولٹیج اور سرکٹ کرنٹ کے درمیان ایک رشتہ ہے۔ عام طور پر وولٹیج کو x-axis اور کرنٹ کو y-axis کے ساتھ بتایا جاتا ہے۔ شکل نمبر (2.3) ایک PN جنکشن کی V-I خصوصیات کا تعین کرنے کے لئے سرکٹ دکھایا گیا ہے۔ خصوصیات کا مطالعہ تین مرحلوں یعنی صفر بیرونی وولٹیج، پیش میلان اور معکوس میلان کے تحت کیا جاسکتا ہے۔



Source:https://www.electronics-tutorials.ws/blog/i-v-characteristic-curves.html

شکل (2.3)

جب بیرونی وولٹیج صفر ہو تو جنکشن پر ممکن ہر کاوٹ (Potential barrier) کرنٹ کو بہنے کی اجازت نہیں دیتا۔ لہٰذا سرکٹ کرنٹ صفر ہوتا ہے۔ جیسا کہ شکل نمبر (2.4)) میں پوئنٹ 0 سے ظاہر ہوتا ہے۔



شکل (2.4)

پیش میلان میں ایک خفیف سے وولٹیج سے نمایاں کرنٹ حاصل ہوتا ہے جب کہ معکوس میلان میں ایک خاص وولٹیج کے پہونچنے تک کرنٹ بہت ہی کم رہتا ہے خصوصی طور پر اس وولٹیج کو V_B سے ظاہر کیا گیا ہے اسکو عموماً بریک ڈاؤن وولٹیج کہا کاتا ہے۔V_B سے زائد مثبت وولٹیجس کے لئے ذیل کی مساوات سے ڈائیوڈ خصوصیات حاصل ہوتی ہیں، اس مساوات کو ڈآئیوڈ مساوات کہا جاتا ہے۔

$$I = I_0\left(exp\frac{qv}{KT} - 1\right) = I_0\left(exp\left({}^{V}/_{Vt}\right) - 1\right) \qquad \text{---------(2.1)}$$

جہاں عائد کردہ بیرونی وولٹیج V سے حاصل ہونے والا ڈائیوڈ کرنٹ I4اور I_0 ایک مستقل ہے۔ $V_t = \frac{KT}{q}$ تپش کا وولٹیج معادل ہے اور اسکی قیمت کمرہ تپش پر 0.025v ہوتی ہے۔ مختلف دائیوڈس کے لئے معکوس سیر شدہ کرنٹ مختلف ہوتا ہے۔ کمرہ کی تپش پر I_0 کی قیمت کا تعین کرنے والے اجزاء ہیں۔

i. مادے کی قسم (جرمینیم یا سلیکان)
ii. ڈوپنگ کا لیول اور
iii. جنکشن کی جیومیٹرو غیرہ۔

عام طور پر جرمینیم ڈائیوڈس میں معکوس سیر شدہ کرنٹ کا رقبہ مائیکرو ایمپیر کے رینج (10^{-6} ایمپیرس) میں ہوتا ہے جبکہ سلیکان ڈائیوڈس میں یہی کرنٹ نیانو ایمپیرس (10^{-9} ایمپیرس) کے رینج کا رتبہ رکھتی ہے۔ معکوس سیر شدہ کرنٹ کی تعداد میں تپش بہت ہی اہم حصہ ادا کرتی ہے۔ جیسے جیسے تپش میں اضافہ ہوتا ہے۔ کوولنٹ بانڈس کی ایک بڑی تعداد ٹوٹی ہے اور ایصال کے لئے چارجس کی ایک بڑی تعداد ہمدست ہوتی ہے۔ لہٰذا ان سے بنے ہوئے آلات کی ایک بری تعداد تپشوں کے لئے بہت حساس ہوتی ہے۔

معکوس میلان کی حالت میں جوں جوں وولٹیج میں اضافہ ہوتا ہے ڈائیوڈ کرنٹ میں سیر شدگی بہت تیزی کے ساتھ آجاتی ہے۔ تاہم معکوس سمت میں وولٹیج کو لامتناہی حد تک نہیں بڑھایا جاسکتا۔ لیکن ایک مخصوص وولٹیج V_B پر اس کی خفیف سے تبدیلیوں سے ڈائیوڈ کرنٹ میں بڑی تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ جس کو بریک ڈاؤن وولٹیج کہا جاتا ہے۔

معکوس کرنٹ کے تحت کے اضافے کو سمجھانے کے لئے دو طریقے ہیں پہلا طریقہ زینز بریک ڈاؤن کہلاتا ہے اور دوسرا اولانچ بریک ڈاؤن کہلاتا ہے۔

زینز بریک ڈاؤن (Zener Breakdown):

جب عائد کردہ معکوس وولٹیج، ڈپلیشن پرت میں ایک برقی میلان قائم کرتا ہے تو یہ بریک ڈاؤن وقوع میں آتا ہے۔ یہ میلان ہم گرفتی بانڈوں کو توڑنے کے لئے کافی ہے۔ ہم گرفتی بندشوں میں اس طرح کی حرکت سے اقلیتی چارجس کی ایک بڑی تعداد پیدا ہوتی ہے۔ یہ

تعداد اس سے کہیں زیادہ ہوتی ہے جو معکوس سیر شدہ رو قائم کر چکی تھی۔ اقلیتی چارجس کی اس بڑی تعداد کی وجہ سے ہم دیکھتے ہیں کہ معکوس کرنٹ میں ایک لخت اضافہ عمل میں آتا ہے۔

اولانچ بریک ڈاؤن(Avalanche Breakdown):

بریک ڈاؤن کے اس طریقے میں ڈپلیشن پرت میں موجودہ مقیم روانوں سے ضروری طور پر پیدا شدہ چارجس متصادم ہو جاتے ہیں۔ ان تیز رفتار چارجس کی ٹکراؤ کی وجہ سے ہم گرفتی بندشیں ٹوٹی جاتی ہیں۔ اس طرح یہ تصادم مزید چارجس کے آزاد ہونے کا باعث بن جاتی ہیں۔ یہ چارجس، ڈپلیشن پرت میں موجود طاقتور برقی میلان کیوجہ سے شروع ہو کر چارجس کے مزید حاملین کو ٹکراؤ کے ذریعہ آزاد کراتے ہیں۔ یہ مجموعی اثر(Avalanche Breakdown)اولانچ بریک ڈاؤن کہلاتا ہے۔ برقی بار کے حاملوں کی یہ بے ہنگم افزائش معکوس کرنٹ میں ایک بے قاعدہ اضافے کا سبب ہوتی ہے۔

اہم نکات(Important Points):

i. گھٹنے والی وولٹیج(Knee Voltage): یہ پیش میلان وولٹیج ہے جس پر جنکشن کے ذریعے کرنٹ تیزی سے بڑھنا شروع ہوتا ہے اسے گھٹنے والی وولٹیج کہا جاتا ہے۔

ii. بریک ڈاؤن وولٹیج(Breakdown Voltage): یہ کم از کم ریورس وولٹیج ہے جس پر PN جنکشن ریورس کرنٹ میں اچانک اضافے کے ساتھ ٹوٹ جاتا ہے اسے بریک ڈاؤن وولٹیج کہا جاتا ہے۔ ایک بار بریک ڈاؤن وولٹیج تک پہنچنے کے بد، بہت زیادہ ریورس کرنٹ جنکشن کو نقصان پہنچا سکتا ہے۔ لہٰذا PN جنکشن پر ریورس وولٹیج کا خیال رکھنا چاہئے جو ہمیشہ بریک ڈاؤن وولٹیج سے کم ہو۔

iii. کرسٹل ڈائیوڈ: ایک PN جنکشن کو نیم موصل یا کرسٹل ڈائیوڈ کے نام سے جانا جاتا ہے۔

iv. پیش میلان کی مزاحمت(Forward Resitance): ڈائیوڈ کی طرف سے پیش میلان کے لئے پیش کی جانے والی مزاحمت کو فارورڈ مزاحمت کہتے ہیں۔ مزاحمت براہ راست کرنٹ کے بہاؤ کے لئے یکساں نہیں ہے جیسا کہ بدلتے ہوئے کرنٹ کے لئے۔ اس کے مطابق یہ مزاحمت دو قسم کی ہے یعنی ڈی سی پیش میلان مزاحمت اور اے سی پیش میلان مزاحمت یہ جنکشن کے درمیان dc وولٹیج اور اس سے گزرنے والا dc کرنٹ کی تناسب سے ماپا جاتا ہے۔ یہاں یہ بھی نوٹ کر سکتے ہیں کہ پیش میلان کی مزاحمت بہت کم ہوتی ہے اور تقریباً اسے 25 اوم کے رینج میں رہتی ہے۔

v. معکوس میلان کی مزاحمت(Reverse Resistance): ڈائیوڈ کی طرف سے معکوس میلان کے لئے پیش کی جانے والی مزاحمت کو معکوس مزاحمت کہتے ہیں۔ یہ dc معکوس مزاحمت یا ac معکوس مزاحمت ہو سکتا ہے اس پر منحصر ہے کہ آیا معکوس

میلان dc ہے یا وولٹیج بدل رہا ہے۔ مثالی طور پر ایک دائیوڈ کی معکوس میلان کی مزاحمت لامحدود ہوتی ہے۔ واضح رہے کہ معکوس میلان کی مزاحمت، پیش میلان کی مزاحمت کے مقابلے میں بہت زیادہ ہوتی ہے۔

2.4 مخصوص نیم موصل آلات ڈائیوڈس (Special Semi-Conductor Diodes)

تعارف:

ڈائیوڈس کا سب سے عام استعمال راست گیری ہے۔ راست گیر ڈائیوڈس کو پاور سپلائی میں استعمال کیا جاتا ہے تا کہ Ac، Voltas کو DC Voltage میں تبدیل کیا جاسکے۔ اس تیزی سے ترقی پذیر دینامین مخصوص استعمالات کے لئے متعدد مخصوص قسم کے ڈائیوڈ میں تیار کئے جاتے ہیں۔ کچھ زیادہ عام و خاص مقصد والے ڈآئیوڈس ہیں (i)۔Zener، (ii)۔لائٹ ایمیٹنگ ڈائیوڈ (LED)، (iii)۔ فوٹو دائیوڈ، (iv)۔ ٹنل دائیوڈ، (v)۔ ورایکٹر ڈائیوڈ اور (iv)۔ شاکلی دائیوڈ۔

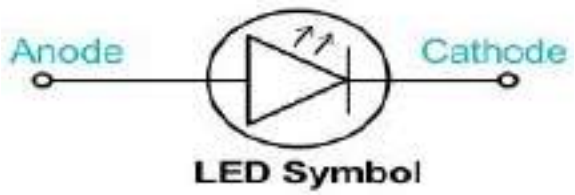
2.4.1 لائٹ ایمیٹنگ دائیوڈ (LED)

"لائٹ ایمیٹنگ دائیوڈ (LED) ایک ایسا دائیوڈ ہے اور جو پیش میلان مین ہونے پر نظر آنے والی روشنی خارج کرتا ہے۔"

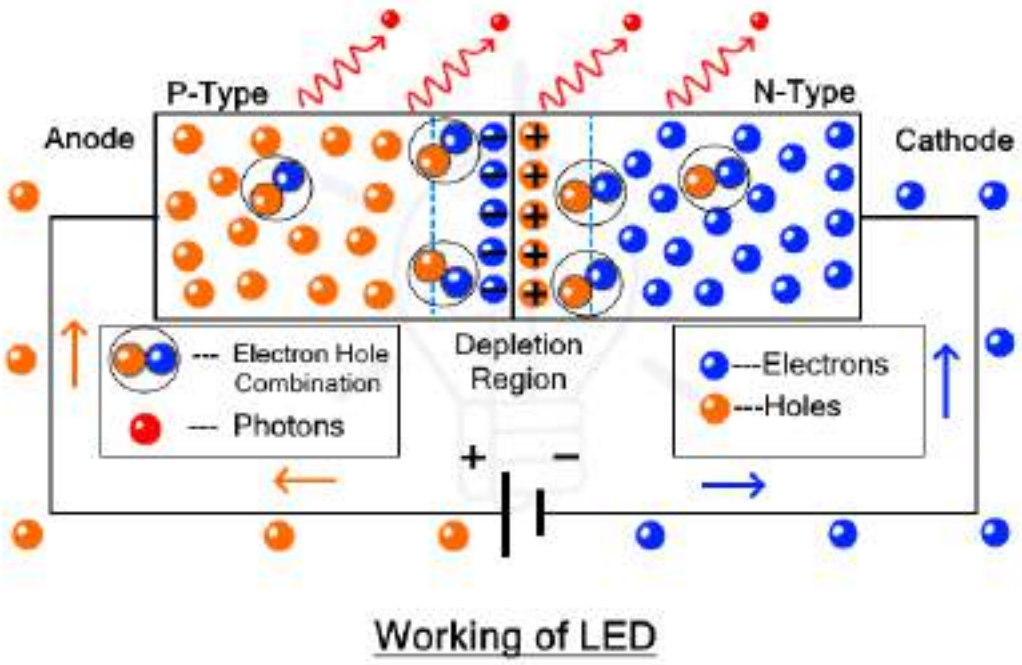
روشنی خارج کرنے والے ڈائیوڈ سلیکان اور جرمینیم سے نہیں بنائے جاتے بلکہ گیلیم، فاسفورس اور آرسینک جیسے عناصر کے استعمال سے بنائے جاتے ہیں۔ ان عناصر کی مقدار کو مختلف کرکے، مختلف طول موجوں کی روشنی کو رنگوں کے ساتھ پیدا کرنا ممکن ہے جن میں سرخ، سبز، پیلا اور نیلا شامل ہیں۔ مثال کے طور پر جب گیلیم آرنائیڈ کا استعمال کرتے ہوئے ایل ای ڈی تیار کی جاتی ہے تو یہ سرخ روشنی پیدا کرتی ہے۔ اگر ایل ای ڈی کو گیلیم فاسفائیڈ سے بنایا گیا ہے تو یہ سبز روشنی پیدا کرے گا۔

مختلف LED کے اشکال

تھیوری (نظریہ): جب روشنی خارج کرنے والا دائیوڈ (LED) پیش میلان میں ہوتا ہے جیسا کہ شکل نمبر (2.5) میں دکھایا گیا ہے۔



LED Symbol



Working of LED

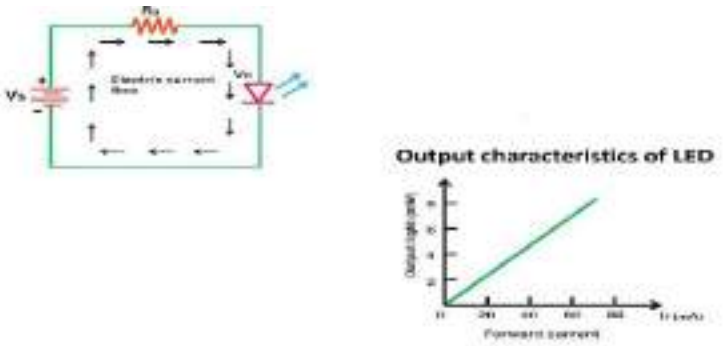
Source:https://testbook.com/physics/uses-of-led

https://www.electricaltechnology.org/2022/06/led-light-emitting-diode.html

شکل(2.5)

N–قسم کے مواد سے الیکٹران PN جنکشن کو عبور کرتے ہیں اور P–قسم کے مواد میں ہولس کے ساتھ دوبارہ مل جاتے ہیں۔ یاد رکھیں کہ یہ آزاد الیکٹران کنڈکشن بینڈ میں ہیں اور والینس بینڈ کے ہولس سے زیادہ توانائی کی سطح پر۔ جب دوبارہ ملاپ ہوتا ہے تو دوبارہ ملانے والے الیکٹران حرارت اور روشنی کی شکل میں توانائی جاری کرتے ہیں۔ جرمینیم اور سلیکان دائیوڈس میں تقریباً پوری توانائی حرارت کی صورت میں ختم ہو جاتی ہے اور خارج ہونے والی روشنی غیر معمولی ہے۔ لیکن گیلیم آرنائیڈ جیسے مفاد میں، روشنی کی توانائی کے فوٹوں کی تعداد کافی شدید نظر آنے والی روشنی پیدا کرنے کے لئے کافی ہے۔ شکل نمبر (ii) ایل ای ڈی کے لئے اسکیمیٹک علامت بتلاتا ہے۔ اسکیمٹک علامات تمام ایل ای ڈی کے لئے یکساں ہے۔ کسی خاص ایل ای ڈی کے رنگ کو ظاہر کرنے کے لئے علامت میں کچھ بھی نہیں ہے۔

شکل نمبر (2.6) ریڈی ایٹ لائٹ اور ایل ای ڈی کے پیش میلان کے کرنٹ کے درمیان ترمیمی نظارہ دکھاتا ہے۔ گراف سے یہ واضح ہے کہ خارج شدہ روشنی کی شدت ایل ای ڈی کے پیش میلان کرنٹ کے راست تناسب میں ہوتا ہے۔



Source:https://slideplayer.com/slide/17588489/

شکل(2.6)

LEDکے استعمالات:

LEDایک کم طاقت والاڈائیوڈ ہے۔

ایل ای ڈی کی پاور ریٹنگ ملی واٹس کی ترتیب میں ہے۔ یہ ایک اشارے کے طور پر مفید ہے لیکن روشنی کے لئے اچھا نہیں ہے۔ نظر آنے والی ایل ای ڈی کے لئے سب سے عام استعمال پاور انڈیکٹر اور سات سیگمنٹ والے ڈسپلے کے طور پر ہیں۔ ایل ای ڈی کا استعمال یہ بتانے کے لئے کیا جاسکتا ہے کہ آیا پاور آن ہے یا نہیں۔ لہٰذا ایل ای ڈی کا سادہ استعمال طاقت کے اشارے کے طور پر ہوتا ہے۔

LED کو اکثر سات سیگمنٹ ڈسپلے بنانے کے لئے گروپ کیا جاتا ہے جس میں سات ایل ای ڈیز ہوتے ہیں جنکی شکل 8 جیسی ہوتی ہے۔ ہر ایل ای ڈی کو ایک سیگمنٹ کہا جاتا ہے۔ اگر کوئی خامی ایل ای ڈی کو پیش میلان میں رکھا جاتا ہے تو وہ ایل ای ڈی یا سیگمنٹ روشنی دے گا اور روشنی کا ایک بار پیدا کریگا۔ سات ایل ای ڈی کے مختلف مجموعوں کو پیش میلان میں رکھتے ہوئے 0 سے 9 تک کسی بھی نمبر کو ظاہر کرنا ممکن ہے جسکا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔

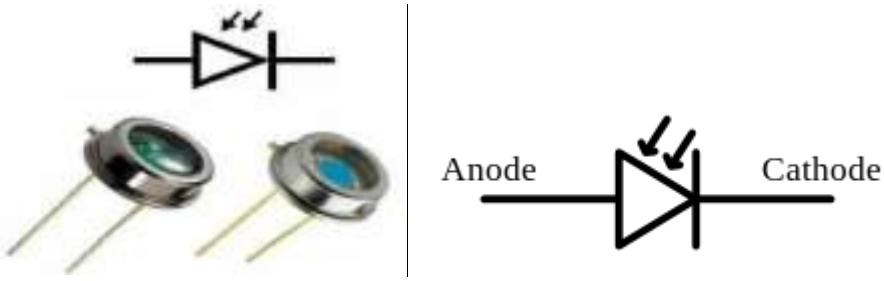
2.4.2 فوٹوڈائیو(Photodiodes)

فوٹو دائیوڈ ایک معکوس میلان میں کام کرنے والے سلیکان یا جرمینیم پی۔ این جنکشن ہے جس میں جب جنکشن روشنی کے سامنے آتا ہے تو ریورس کرنٹ بڑھ جاتا ہے۔

فوٹو دائیوڈس میں ریورس کرنٹ اسکے پن این جنکشن پر گرنے والی روشنی کی شدت کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔ اسکا مطلب یہ ہے کہ فوٹو دائیوڈ کے پی این جنکشن پر گرنے والی روشنی کی شدت اتنی ہی زیادہ ہوگی، ریورس کرنٹ اتنا ہی بڑھے گا۔

نظریہ (تھیوری): جب ایک عام دائیوڈ معکوس میلان میں ہوتا ہے تو اس میں بہت چھوٹا ریورس لیکیج کرنٹ ہوتا ہے۔ فوٹو دائیوڈ کے لئے بھی ایسا ہی ہے۔ لیکن ایک فوٹوڈائیوڈ ایک عام دائیوڈ سے کچھ اس طرح مختلف ہے کہ جب اسکا پی این جنکشن روشنی کے سامنے آتا ہے تو روشنی کی شدت میں اضافے کے ساتھ ریورس کرنٹ بڑھتا ہے اور اسکے برعکس روشنی کی شدت میں کمی کے ساتھ، ریورس کرنٹ گھٹتا بھی ہے۔

اسکی وضاحت کچھ اس طرح کی جاتی ہے کہ جب روشنی پی این جنکشن پر پڑتی ہے تو فوٹان کے ذریعے جنکشن میں موجود ایٹموں کو توانائی فراہم کی جاتی ہے۔ یہ مزید مفت الیکٹران پیدا کرتا ہے۔ یہ اضافی آزاد الیکٹران ریورس کرنٹ میں اضافہ کرینگے۔ جیسے جیسے PN جنکشن پر روشنی کے گرنے کی شدت بڑھتی ہے، ریورس کرنٹ بھی بڑھتا ہے۔ دوسرے لفظوں میں جیسے جیسے PN جنکشن پر روشنی کے گرنے کی شدت بڑھتی ہے، فوٹو دائیوڈ کی مزاحمت کم ہوتی جاتی ہے۔



Source:https://www.electricaltechnology.org/2022/01/difference-between-photodiode-phototransistor.html

شکل(2.7)

فوٹو دائیوڈ ایک پی این جنکشن پر مشتمل ہوتا ہے جو ایک موصل سبسٹریٹ پر نصب ہوتا ہے اور درسات کے کیس کے اندر بن دہوتا ہے۔ ایک شیشے کی کھڑکی کیس کے اوپر نصب کی جاتی ہے تاکہ روشنی کو کیس کے اندر داخل ہونے اور PN جنکشن سے ٹکرانے کی اجازت دی جائے۔ جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے کہ کیس سے پھیلی ہوئی دو لیڈرز پر اینوڈ اور کیتھوڈ کا لیبل لگا ہوا ہے۔ کیتھوڈ کی شناخت کے عام طور پر کیس کے اطراف سے لگے ہوئے سرے سے ہوتی ہے۔ شکل نمبر (2.7) فوٹو دائیوڈ کی اسکیمیٹک علامت دکھاتی ہے۔ جہاں اندر کی طرف آنے والی دو تیز روشنی کی نمائندگی کرتے ہیں۔

2.4.3 شمسی سیل (Solar Cell)

شمسی سیل یا فوٹو وولٹک سیل ایک برقی آلہ ہے جو روشنی کی توانائی کو فوٹو وولٹک اثر سے براہ راست بجلی میں تبدیل کرتا ہے۔ جو کہ ایک جسمانی اور کیمیائی رجحان ہے۔ یہ فوٹو الیکٹرک سیل کو ایک شکل ہے۔ جس کی تعریف ایک ایسے آلے کے طور پر کی گئی ہے جسکی برقی

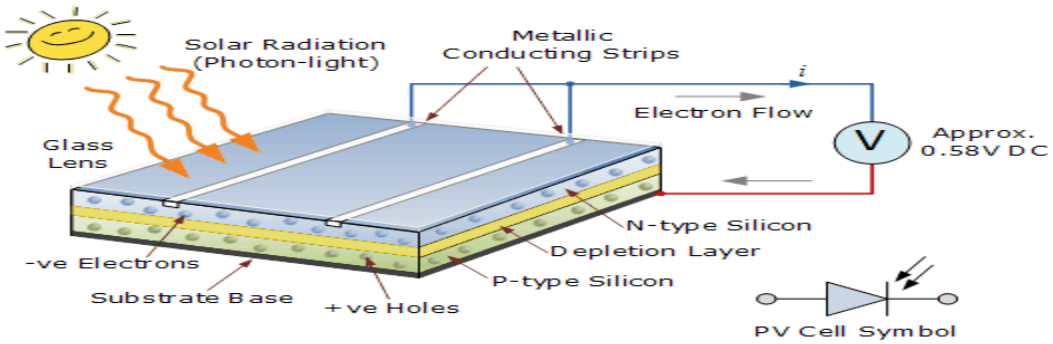
خصوصیات جیسے کرنٹ، وولٹیج اور مزاحمت روشنی کے سامنے آنے پر مختلف ہوتی ہیں۔ انفرادی شمسی سیل آلات کو ماڈیول بنانے کے لئے ملایا جاسکتا ہے، بصورت دیگر شمسی پینلز کے نام سے جانا جاتا ہے۔

شمسی سیلس کا نظریہ اس عمل کی وضاحت کرتا ہے جس کے ذریعے روشنی کی توانائی برقی رو میں تبدیل ہوتی ہے جب فوٹوں کسی مناسب نیم موصل ڈائیوڈس پر ٹکراتی ہیں۔ نظریاتی مطالعات عملی استعمال کے ہیں کیونکہ وہ شمسی سیلس کی بنیادی حدود کی پیش گوئی کرتے ہیں اور ان مظاہر کے بارے میں رہنمائی کرتے ہیں جو نقصانات اور شمسی سیلس کی کارکردگی میں حصہ ڈالتے ہیں۔

شمسی سیلس کو فوٹو ولٹک ہونے کے طور پر بیان کیا جاتا ہے، چاہے وہ ماخذ سورج کی روشنی ہو یا مصنوعی روشنی، توانائی پیدا کرنے کے علاوہ انہیں فوٹو ڈیٹیکٹر کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔ دیکھائی دینے والی حد کے قریب روشنی یا دیگر برقی مقناطیسی تابکاری کا پتہ لگانا یا روشنی کی شدت کی پیمائش کرنا۔

فوٹو ولٹک سیل کے آپریشن کے لئے تین بنیادی صفات کی ضرورت ہوتی ہے۔

a. روشنی کا جذب یا تو الیکٹران۔ ہول جوڑے یا جوش پیدا کرتا ہے۔
b. مخالف قسم کے چارج کیریئرز کی علیحدگی۔
c. ایک بیرونی سرکٹ میں ان کیریئرز کا الگ نکالنا۔



Source:https://www.alternative-energy-tutorials.com/photovoltaics/photovoltaics.html

شکل(2.8)علامت PV cell

سولار سلیز کے استعمالات(Uses of Solar Cells) :

a) **خلاءSpace:** شمسی سیلس خلائی گاڑیوں سے سیٹلائیٹ اور دوربین (ہبل) کو پاور دینے میں بہت مفید ہیں۔ وہ اشیاء کو پاور دینے کا ایک انتہائی سستا اور قابل اعتماد طریقہ فراہم کرتے ہیں جس کے لئے دوسری صورت میں ایندھن کے مہنگے اور بوجھل ذرائع کی ضرورت ہوگی۔

b) **شمس توانائی سے چلنے والی گاڑیاں:** شمسی توانائی سے چلنے والی کار میں وہ کار میں ہیں جو فوٹو وولٹک سیلس کی ایک لڑی سے چلتی ہیں۔ شمسی سیلیس سے پیدا ہونے والی بجلی یا تو براہ راست گاڑی کو موٹر کے ذریعے پاور دیتی ہے یا پھر اسٹوریج کی بیڑی میں جاتی ہے۔ یہاں تک کہ اگر کوئی گاڑی مکمل طور پر شمسی سیلس میں ڈسکی ہوئی ہے تو اسے صرف تھوڑی مقدار میں شمسی توانائی ملے گی اور وہ اسکی تھوڑی سی مقدار کو مفید توانائی میں تبدیل کر سکے گی۔ اسکی وجہ سے زیادہ تر شمسی توانائی سے چلنے والی گاڑیاں صرف تحقیق، تعلیمی آلات یا شمسی توانائی سے چلنے والی گاڑیوں کی مختلف ڈوڑ میں مقابلہ کرنے کے لئے استعمال ہوتی ہیں۔

2.5 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

ٹرانزسٹر کا کرنٹ گین 30 ہے۔ اگر کلکٹر ریزسٹنس 6 kΩ ہے اور ان پٹ ریزسٹنس 1 kΩ ہے تو اس کے وولٹیج گین کا حساب لگائیں۔

حل: ہم جانتے ہیں

یہ دیکھتے ہوئے کہ Rin =1kΩ Rout = 6kΩ ∴Rgain = Rout Rin = 61 = 6 :ہم یہ بھی جانتے ہیں کہ وولٹیج کا فائدہ = موجودہ فائدہ R × حاصل واضح طور پر، وولٹیج کا اضافہ =30 × 6=180

2.6 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- پی۔ این جنکشن ڈائیوڈ): "جب ایک پی۔ ٹائپ نیم موصل مناسب طریقے سے این۔ ٹائیپ نیم موصل سے جوڑ دیا جاتا ہے تو حاصل شدہ مواد PN جنکشن
- مخصوص نیم موصل آلات ڈائیوڈس: ڈائیوڈس کا سب سے عام استعمال راست گیری ہے۔ راست گیر ڈائیوڈس کو پاور سپلائی میں استعمال کیا جاتا ہے تا کہ Ac،Voltas کو DC Voltage میں تبدیل کیا جاسکے۔ اس تیزی سے ترقی پذیر دینا مین مخصوص استعمالات کے لئے متعدد مخصوص قسم کے ڈائیوڈ میں تیار کئے جاتے ہیں ۔ کچھ زیادہ عام و خاص مقصد والے ڈآئیوڈس ہیں(i)۔Zener، (ii)۔لائٹ ایمیٹنگ ڈائیوڈ(LED)، (iii)۔ فوٹو دائیوڈ، (iv)۔ ٹنل دائیوڈ،(v)۔وراپکٹر ڈائیوڈ اور (iv)۔شاکلی دائیوڈ۔

2.7 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **پی۔این جنکشن ڈائیوڈ):** "جب ایک پی۔ٹائپ نیم موصل مناسب طریقے سے این۔ٹائیپ نیم موصل سے جوڑ دیا جاتا ہے تو حاصل شدہ مواد PN جنکشن کہلاتا ہے۔" '
- **لائٹ ایمیٹنگ دائیوڈ (LED):** "لائٹ ایمیٹنگ دائیوڈ (LED) ایک ایسا دائیوڈ ہے اور جو پیش میلان مین ہونے پر نظر آنے والی روشنی خارج کرتا ہے۔"
- فوٹوڈائیوڈ: فوٹو دائیوڈ ایک معکوس میلان میں کام کرنے والے سلیکان یا جرمینیم پی۔این جنکشن ہے جس میں جب جنکشن روشنی کے سامنے آتا ہے تو ریورس کرنٹ بڑھ جاتا ہے۔
- **شمسی سیل:** شمسی سیل یا فوٹو وولٹک سیل ایک برقی آلہ ہے جو روشنی کی توانائی کو فوٹو وولٹک اثر سے براہ راست بجلی میں تبدیل کرتا ہے۔

2.8 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

2.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. ایل ای ڈی سے کیا مراد ہے۔
2. LCD.29 ڈسپلے کو LED ڈسپلے پر ترجیح دی جاتی ہے کیونکہ وہ.....ہے۔
3. PN جنکشن ڈایڈڈ کے لیے کتنے باصلاحیت حالات ہیں؟
4. PN جنکشن ڈایڈڈ کی ایپلی کیشنز کیا ہیں؟
5. PN ڈایڈڈ میں فارورڈ کرنٹ _____ کی وجہ سے ہے؟
6. ایک انفراریڈ ایل ای ڈی عام طور پر سے.....ہے۔

(a) GaAsP (b) GaAs (c) Si (d) Ge

7. ریورس تعصب کے تحت P-N جنکشن ڈایڈڈ میں، برقی میدان کی شدت زیادہ سے زیادہ ہے۔

(a) P کی طرف کمی کے علاقے کا کنارہ (b) N کی طرف کمی کے علاقے کا کنارہ

(c) N کی طرف کمی کے علاقے کا مرکز (d) P-N جنکشن

2.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. ایک سوئچ کے طور پر ٹرانجسٹروں کی ایپلی کیشنز کیا ہیں؟
2. سولر سیل کے کام کرنے کے اصول کی وضاحت کریں اور اس کی درخواست کا ذکر کریں۔
3. L.E.D کے دو فائدے لکھیں۔
4. کچھ آلات کیا ہیں جو سیمی کنڈکٹرز میں استعمال کرتے ہیں؟
5. پی این جنکشن کیا ہے؟
6. پی این جنکشن کے فارورڈ بائیسنگ سے کیا مراد ہے؟

2.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. ایل ای ڈی کیا ہے؟ ایک خاکہ کے ساتھ آپریشن کا اصول بتائیں۔
2. فوٹوڈیوڈ پر نوٹ لکھیں۔
3. سولر سیل کے کام کرنے کے اصول کی وضاحت کریں۔

2.8.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. ایک p-n جنکشن جب 100 mV 100 پر فارورڈ بائیسڈ ہوتا ہے تو اس کا کرنٹ 50 µA 50 ہوتا ہے اور جب بائیس ہوتا ہے تو اس میں 20 µA 20 کا مستقل کرنٹ ہوتا ہے۔ جب ڈایڈڈ ہو تو بازی کرنٹ کی شدت کو معلوم کرو۔ (i)100mv (ii) متعصب فارورڈ 100 mV

2.9 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan

7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی 3۔ ٹرانزسٹرس

(Transistors)

اکائی کے اجزا

3.0	تمہید
3.1	مقاصد
3.2	دو قطبی جنکشن ٹرانزسٹر
3.3	NPNٹرانسسٹر کا آپریشن
3.4	پی این پی ٹرانسسٹر کا آپریشن
3.5	حل شدہ مثالیں
3.6	اکتسابی نتائج
3.7	کلیدی الفاظ
3.8	نمونہ امتحانی سوالات
3.8.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
3.8.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
3.8.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
3.8.4	غیر حل شدہ سوالات
3.9	تجویز کردہ اکتسابی مواد

3.0 تمہید (Introduction)

ٹرانزسٹر ایک سیمی کنڈکٹر ڈیوائس ہے جو برقی سگنلز اور پاور کو بڑھانے یا تبدیل کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ یہ جدید الیکٹرانکس کی بنیادی عمارتوں میں سے ایک ہے۔ یہ سیمی کنڈکٹر مواد پر مشتمل ہوتا ہے، عام طور پر الیکٹرانک سرکٹ سے کنکشن کے لیے کم از کم تین ٹرمینلز ہوتے ہیں۔ ٹرانزسٹر کے ٹرمینلز کے ایک جوڑے پر لگائی جانے والی وولٹیج یا کرنٹ دوسرے جوڑے کے ٹرمینلز کے ذریعے کرنٹ کو کنٹرول کرتا ہے۔ چونکہ کنٹرول شدہ (آؤٹ پٹ) پاور کنٹرولنگ (ان پٹ) پاور سے زیادہ ہو سکتی ہے، ایک ٹرانجسٹر سگنل کو بڑھا سکتا ہے۔ کچھ ٹرانزسٹرز انفرادی طور پر پیک کیے جاتے ہیں، لیکن بہت سے چھوٹے شکل میں انٹیگریٹڈ سرکٹس میں شامل پائے جاتے ہیں۔ چونکہ ٹرانزسٹر عملی طور پر تمام جدید الیکٹرانکس میں کلیدی فعال اجزاء ہیں، بہت سے لوگ انہیں 20ویں صدی کی سب سے بڑی ایجادات میں سے ایک سمجھتے ہیں۔

ماہر طبیعیات جولیس ایڈگر لیلین فیلڈ نے 1926 میں فیلڈ ایفیکٹ ٹرانزسٹر (FET) کا تصور پیش کیا، لیکن اس وقت کام کرنے والا آلہ بنانا ممکن نہیں تھا۔ پہلا کام کرنے والا آلہ ایک پوائنٹ کانٹیکٹ ٹرانزسٹر تھا جسے 1947 میں بیل لیبز میں طبیعیات دان جان بارڈین، والٹر بریٹین اور ولیم شاکلی نے ایجاد کیا تھا۔ ان تینوں کو ان کی کامیابی کے لیے 1956 کا نوبل انعام برائے طبیعیات ملا۔ ٹرانزسٹر کی سب سے زیادہ استعمال ہونے والی قسم میٹل – آکسائیڈ – سیمی کنڈکٹر فیلڈ ایفیکٹ ٹرانزسٹر (MOSFET) ہے جسے محمد اٹالا اور ڈاون کاہنگ نے 1959 میں بیل لیبز میں ایجاد کیا تھا۔ ٹرانسسٹروں نے الیکٹرانکس کے میدان میں انقلاب برپا کیا اور چھوٹے اور سستے ریڈیوز، کیلکولیٹروں، کمپیوٹرز اور دیگر الیکٹرانک آلات کے لیے راہ ہموار کی۔

زیادہ تر ٹرانزسٹر بہت خالص سلکان سے بنائے جاتے ہیں، اور کچھ جرمینیم سے، لیکن بعض دیگر سیمی کنڈکٹر مواد استعمال کیے جاتے ہیں۔ ایک ٹرانجسٹر کا فیلڈ ایفیکٹ ٹرانزسٹر میں صرف ایک قسم کا چارج کیریئر ہو سکتا ہے، یا بائپولر جنکشن ٹرانزسٹر ڈیوائسز میں دو قسم کے چارج کیریئر ہو سکتے ہیں۔ ویکیوم ٹیوب کے مقابلے میں، ٹرانجسٹر عام طور پر چھوٹے ہوتے ہیں اور کام کرنے کے لیے کم طاقت کی ضرورت ہوتی ہے۔ کچھ ویکیوم ٹیوبیں بہت زیادہ آپریٹنگ فریکوئنسیوں یا ہائی آپریٹنگ وولٹیجز پر ٹرانجسٹروں پر فائدے رکھتی ہیں۔ متعدد مینوفیکچررز کے ذریعہ متعدد قسم کے ٹرانجسٹر معیاری وضاحتوں کے مطابق بنائے جاتے ہیں۔

3.1 مقاصد (Objectives)

یہ اکائی میں ہم:

- دو قطبی جنکشن ٹرانزسٹر کے بارے میں جانیں گے۔

- P-n-Pٹرانزسٹر اورn-p-nٹرانزسٹر بارے میں معلومات حاصل کریں گے۔

3.2 دو قطبی جنکشن ٹرانزسٹر ((Bipolar Junction Transistor(BJT)

دو قطبی جنکشن ٹرانزسٹر (BJT) تین سروں والا نیم موصل آلہ ہے اور یہ دو پی۔ین جنکشنوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ان تین سروں کے نام ان کے افعال کے مطابق رکھے گئے ہیں۔

جب ایک تیسرا ڈوپڈ عنصر کرسٹل ڈائیوڈ میں اس طرح شامل کیا جائے کہ وہ دو PN جنکشن بنتے ہیں، نتیجے میں آنے والا نیم موصل آلہ ٹرانزسٹر کہلاتا ہے۔ بیل ٹیلی فون لیابرٹریز USA کے J. Berdeen اور W.H. Bratain نے 1948ء میں ایجاد کیا۔

"ایک ٹرانزسٹر دو پی۔ین جنکشنوں پر مشتمل ہوتا ہے جو مخالف اقسام کے جوڑے کے درمیان پی۔قسم یا ین۔قسم نیم موصل کو داخل کرنے سے بنتا ہے۔"

ٹرانزسٹر کی دو قسمیں ہیں یعنی PnP ٹرانزسٹر اور n-p-n ٹرانزسٹر۔

ایک p-n-p ٹرانزسٹر دو P– قسم کے نیم موصلوں پر مشتمل ہوتا ہے جو n– قسم کے پتلے حصے سے الگ ہوتا ہے جب کہ شکل (3.1) میں دکھایا گیا ہے۔ لیکن ایک n-p-n ٹرانزسٹر دو n– قسم کے نیم موصلوں سے بنتا ہے جو p– قسم کے پتلے حصے سے الگ ہوتا ہے جو شکل نمبر (3.2) میں دکھایا گیا ہے۔

Source:https://byjus.com/question-answer/what-is-transistor-and-its-symbol/

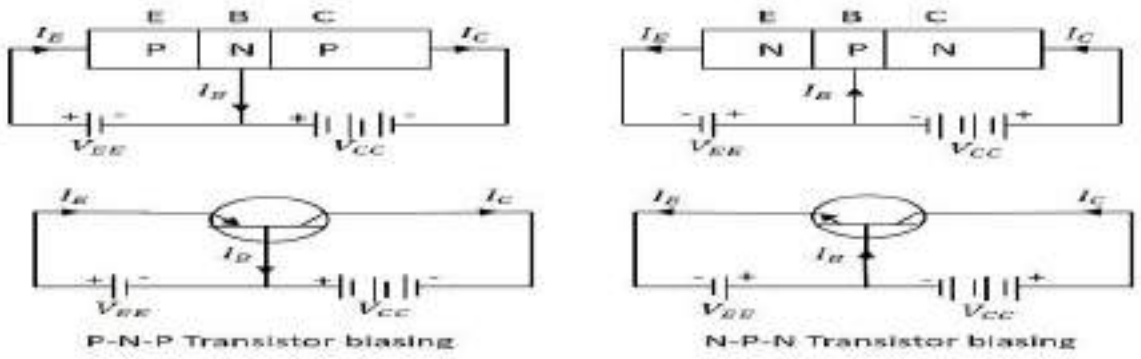
شکل (3.1)

ٹرانزسٹر کے سروں کے نام اور افعال: ایک ٹرانزسٹر (pnp یا npn) میں ملاوٹی نیم موصلوں کے تین حصے ہوتے ہیں۔ ایک طرف کا حصہ ایمیٹر ہے اور مخالف طرف کا حصہ کلکٹر ہے۔ درمیانی حصے کو بیس کہا جاتا ہے۔ وہ ایمپیئر اور کلکٹر کے درمیان دو جنکشن بناتے ہیں جن میں ایک جنکشن ایمپیئر اور بیس کے درمیان ہوتا ہے اور دوسرا کلکٹر اور بیس کے درمیان ہوتا ہے۔ دو قسم کے ٹرانزسٹر کی سرکٹ علاقوں کو شکل میں بتایا گیا ہے۔

Source:https://byjus.com/question-answer/what-is-transistor-and-its-symbol/

شکل(3.2)

i. ایمیٹر (خارج کنندہ): ایک ٹرانزسٹر کے ایک طرف کا حصہ جو چارج کیریئرز (الکٹران یا ہولس) فراہم کرتا ہے اسے ایمیٹر کہتے ہیں۔ ایمیٹر ہمیشہ میں حوالے سے تپش میلان میں ہوتا ہے۔



i ii

Source:https://www.tutorialspoint.com/amplifiers/transistor_overview.htm

شکل(3.3)

شکل(i) میں pnp ٹرانزسٹر کا ایمیٹر (p قسم) تپش میلان میں ہوتا ہے اور ہول چارجز کو بیس کے ساتھ اس کے جنکشن پر فراہم کرتا ہے۔ اسی طرح شکل(ii) میں npn ٹرانزسٹر کا ایمیٹر (n قسم) تپش میلان میں ہوتا ہے اور الیکٹرانس کو بیس کے ساتھ اس کے جنکشن پر فراہم کرتا ہے۔

یہ ضروری ہے کہ پڑھنے والوں، ٹرانزسٹر کے بارے میں مندرجہ ذیل حقائق کو ذہن نشین کرلیں۔

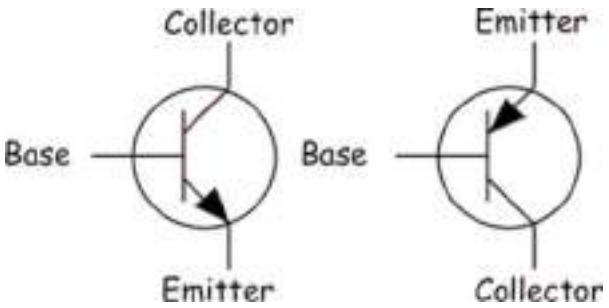
ii. ایمیٹر (Emmiter): ایک ٹرانزسٹر کے تین حصے ہوتے ہیں یعنی ایمیٹر، بیس اور کلکٹر، بیس، ایمیٹر سے بہت پتلی ہوتی ہے جب کہ کلکٹر، ایمیٹر اور بیس دونوں سے زیادہ بڑا یا چوڑا ہوتا ہے۔

iii. کلکٹر (محصل)(Collector): ایک ٹرانزسٹر میں دوسری طرف کا حصہ جو چارجز جمع کرتا ہے اسے کلکٹر کہتے ہیں۔ کلکٹر ہمیشہ معکوس میلان میں ہوتا ہے۔ اس کا کام بیس کے ساتھ اسکے جنکشن کے چارجز کو ہٹانا ہے۔ شکل(i) میں pnp ٹرانزسٹر کا کلکٹر (p-

قسم) معکوس میلان میں ہوتا ہے اور وہ ہولس چارجز کو وصول کرتا ہے جو آوٹ پٹ سرکٹ میں بہتے ہیں۔ اس طرح شکل(ii)میںnpnٹرانزسٹر کا کلکٹر (n-قسم)معکوس میلان میں ہوتا ہےاور وہ الکٹرانس کو حاصل کرتا ہے۔

iv. بیس (قاعدہ)(Base):ٹرانزسٹر کا درمیانی حصہ جو ایمیٹر اور کلکٹر کے درمیان دوPN جنکشن بناتا ہے۔ اسے بیس کہا جاتا ہے۔ بیس۔ ایمیٹر جنکشن ہمیشہ پیش میلان میں ہوتا ہے جس سے ایمیٹر سرکٹ کے لئے کم مزاحمت ہوتی ہے۔ لیکن بیس۔ کلکٹر جنکشن ہمیشہ معکوس میلان میں ہوتا ہے جس سے کلکٹر سرکٹ میں زیادہ مزاحمت فراہم کرتا ہے۔

•ٹرانسسٹر کی علامتیں:



شکل(3.4)

i. ٹرانجسٹر کی علامت ایمیٹر میں ایک تیر کا سر رکھتی ہے جو -P خطے سے -N خطے کی طرف اشارہ کرتا ہے۔ •تیر کا سر ٹرانزسٹر میں روایتی کرنٹ کے بہاؤ کی سمت کی نشاندہی کرتا ہے۔

ii. این پی این اور پی این پی ٹرانزسٹر میں ایمیٹر پر تیر کے سروں کی سمت ایک دوسرے کے مخالف ہے

iii. PNPٹرانجسٹر NPN ٹرانجسٹر کا ایک تکمیلی حصہ ہے۔ NPN •ٹرانزسٹر میں زیادہ تر کیریئر مفت الیکٹران ہیں، جبکہ PNP میں ٹرانجسٹر یہ سوراخ ہیں۔

3.3 NPNٹرانسسٹر کا آپریشن(Operation Of Npn Transistor)

غیر جانبدار ٹرانزسٹر:

i. ایک ٹرانجسٹر جس میں تین ٹرمینلز (ایمیٹر، بیس، کلیکٹر) کھلے رہ گئے ہیں اسے غیر جانبدار ٹرانزسٹر یا اوپن سرکٹڈ ٹرانزسٹر کہا جاتا ہے۔

ii. جنکشن پر مفت الیکٹران کا پھیلاؤ دو کمی کی تہوں کو پیدا کرتا ہے۔

iii. تین تہوں کی رکاوٹ کی صلاحیت سلکان ٹرانجسٹر کے لیے تقریباً0.7vاور جرمینیم ٹرانزسٹر کے لیے 0.3v ہے۔

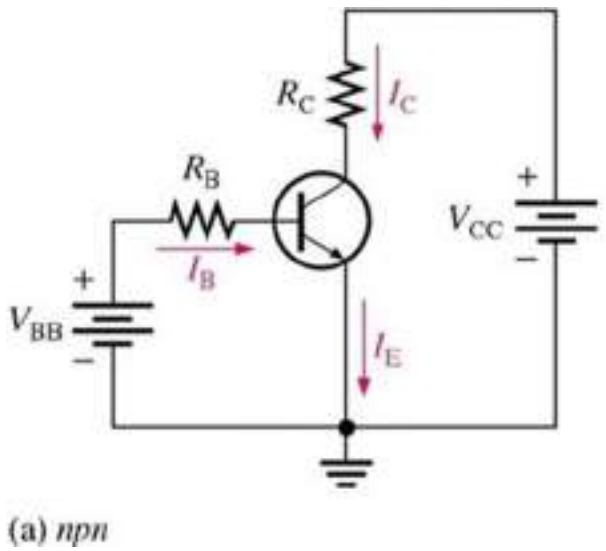
iv. چونکہ علاقوں میں ڈوپنگ کی سطح مختلف ہوتی ہے اس لیے تہوں کی چوڑائی ایک جیسی نہیں ہوتی

v. ایمیٹر بیس ڈیپلیشن پرت ایمیٹر میں تھوڑا سا گھس جاتی ہے کیونکہ یہ ایک بہت زیادہ ڈوپڈ خطہ ہے جہاں یہ ایک ہلکا ڈوپڈ خطہ ہونے کی وجہ سے بیس میں گہرائی تک گھس جاتا ہے۔

vi. اسی طرح کلکٹر بیس ڈیپلیشن پرت بیس ریجن میں زیادہ اور کلیکٹر ریجن میں کم داخل ہوتی ہے۔

vii. ایمیٹر بیس ڈیپلیشن لیئر کی چوڑائی کلکٹر بیس ڈیپلیشن لیئر سے چھوٹی ہے۔

viii. غیر جانبدار ٹرانزسٹر کبھی بھی حقیقی مشق میں استعمال نہیں ہوتا ہے۔ اس کی وجہ سے ہم ٹرانزسٹر بائیسنگ کے لیے گئے۔



(a) *npn*

شکل(3.5)

ix. NPNٹرانزسٹر فارورڈ ایکٹو موڈ میں متعصب ہے یعنی ایمیٹر – بیس آف ٹرانزسٹر فارورڈ بائیزڈ ہے اور کلیکٹر بیس جنکشن ریورس بائیزڈ ہے۔ ایمیٹر – بیس جنکشن صرف اس صورت میں آگے کی طرف متعصب ہوتا ہے جب V بیریئر پوٹینشل سے زیادہ ہو جو سلیکون کے لیے 0.7 vاور جرمینیئم ٹرانجسٹر کے لیے 0.3 v ہے۔

x. ایمیٹر بیس جنکشن پر فارورڈ بائیس این ٹائپ ایمیٹر میں مفت الیکٹران کو بیس ریجن کی طرف بہنے کا سبب بنتا ہے۔ یہ ایمیٹر کرنٹ تشکیل دیتا ہے۔ روایتی کرنٹ کی سمت الیکٹران کے بہاؤ کے مخالف ہے۔ الیکٹران بنیادی علاقے تک پہنچنے کے بعد سوراخوں کے ساتھ مل جاتے ہیں۔

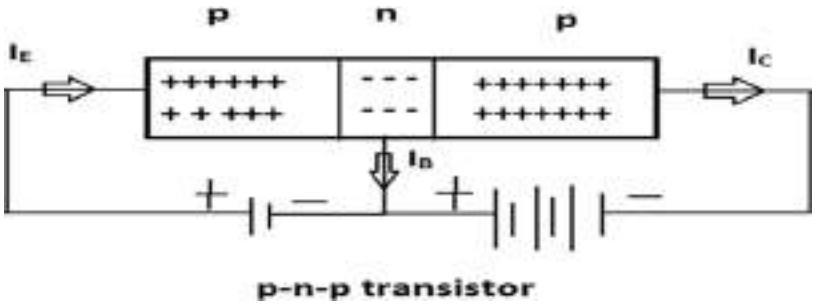
xi. اگر یہ مفت الیکٹران بیس میں سوراخوں کے ساتھ مل جاتے ہیں، تو وہ بیس کرنٹ () بناتے ہیں۔ •زیادہ تر مفت الیکٹران بیس کے سوراخوں کے ساتھ نہیں ملتے ہیں۔

xii. یہ اس حقیقت کی وجہ سے ہے کہ بنیاد اور چوڑائی بہت چھوٹی ہے اور الیکٹرانوں کو دوبارہ ملاپ کے لیے کافی سوراخ نہیں ہوتے ہیں۔

xiii. اس طرح زیادہ تر الیکٹران کلیکٹر ریجن میں پھیل جائیں گے اور کلیکٹر کرنٹ تشکیل دیں گے۔ اس کلیکٹر کرنٹ کو انجکشن شدہ کرنٹ بھی کہا جاتا ہے، کیونکہ یہ کرنٹ ایمیٹر ریجن سے لگائے جانے والے الیکٹرانوں کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔ تھرمل جنریٹڈ کیریئرز کی وجہ سے کلیکٹر کرنٹ کا ایک اور جزو ہے۔

xiv. اسے ریورس سیچوریشن کرنٹ کہا جاتا ہے اور یہ کافی چھوٹا ہے۔

3.4 پی این پی ٹرانسسٹر کا آپریشن (Operation Of Pnp Transistor)



p-n-p transistor

شکل (3.6)

i. پی این پی ٹرانزسٹر کا آپریشن این پی این ٹرانزسٹر کی طرح ہے۔ PNP •ٹرانزسٹر کے اندر کرنٹ سوراخوں کی حرکت کی وجہ سے ہوتا ہے جہاں NPN ٹرانزسٹر میں یہ فری الیکٹران کی حرکت کی وجہ سے ہوتا ہے۔

ii. پی این پی ٹرانزسٹر میں، اس کا ایمیٹر–بیس جنکشن فارورڈ بائیزڈ ہے اور کلکٹر بیس جنکشن ریورس بائیزڈ ہے۔

iii. ایمیٹر پر فارورڈ تعصب–بیس جنکشن ایمیٹر ریجن میں سوراخوں کو بیس ریجن کی طرف بہنے کا سبب بنتا ہے۔

iv. یہ ایمیٹر کرنٹ (3.6) تشکیل دیتا ہے۔

v. بیس کے علاقے تک پہنچنے کے بعد سوراخ، بیس میں موجود الیکٹرانوں کے ساتھ مل کر بیس کرنٹ بناتے ہیں۔

vi. زیادہ تر سوراخ بنیادی علاقے میں الیکٹران کے ساتھ نہیں ملتے ہیں۔

vii. یہ اس حقیقت کی وجہ سے ہے کہ بنیاد کی چوڑائی بہت چھوٹی ہے، اور سوراخوں کو دوبارہ ملاپ کے لیے کافی الیکٹران نہیں مل پاتے ہیں۔

viii. اس طرح زیادہ تر سوراخ کلیکٹر کے علاقے میں پھیل جاتے ہیں اور کلکٹر ریجن کی تشکیل کرتے ہیں۔

ix. یہ اس حقیقت کی وجہ سے ہے کہ بنیاد کی چوڑائی بہت چھوٹی ہے، اور سوراخوں کو دوبارہ ملاپ کے لیے کافی الیکٹران نہیں مل پاتے ہیں۔

x. اس طرح زیادہ تر سوراخ کلیکٹر کے علاقے میں پھیل جاتے ہیں اور کلکٹر ریجن کی تشکیل کرتے ہیں۔

xi. اس کرنٹ کو انجکشن شدہ کرنٹ کہا جاتا ہے، کیونکہ یہ ایمیٹر ریجن سے لگائے گئے سوراخوں کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔

xii. تھرمل طور پر پیدا ہونے والے کیریئرز کی وجہ سے کلیکٹر کرنٹ کا چھوٹا حصہ ہوتا ہے۔

xiii. اسے ریورس سیچوریشن کرنٹ کہا جاتا ہے۔

3.5 حل شدہ مثالیں (Solved Problems)

حل شدہ مثال 1

BJT میں، ایمیٹر کرنٹ 12 ایم اے ہے اور ایمیٹر کرنٹ کلیکٹر کرنٹ سے 1.02 گنا زیادہ ہے۔ بیس کرنٹ تلاش کریں۔

حل: دیا گیا ہے کہ

$$I_E = I_C + I_B = 1.02\, I_C \text{ (Given)}$$

$$I_B = 0.02\, I_C$$

But $$I_C = I_E / 1.02$$

$$12/1.02$$

$$11.76 \text{ Ma}$$

$$I_B = 0.02 \times 11.76 \times 10^{-3}$$

235.2 μA.

3.6 اکتسابی نتائج (Learning out comes)

- جب ایک تیسرا ڈوپڈ عنصر کرسٹل ڈائیوڈ میں اس طرح شامل کیا جائے کہ وہ دو PN جنکشن بنتے ہیں، نتیجے میں آنے والا نیم موصل آلہ ٹرانزسٹر کہلاتا ہے۔
- "ایک ٹرانزسٹر دو پی۔ین جنکشنوں پر مشتمل ہوتا ہے جو مخالف اقسام کے جوڑے کے درمیان پی۔قسم یا ین۔قسم نیم موصل کو داخل کرنے سے بنتا ہے۔"

3.7 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **ٹرانزسٹر:** جب ایک تیسرا ڈوپڈ عنصر کرسٹل ڈائیوڈ میں اس طرح شامل کیا جائے کہ وہ دو PN جنکشن بنتے ہیں، نتیجے میں آنے والا نیم موصل آلہ ٹرانزسٹر کہلاتا ہے۔
- **ایمیٹر:** ایک ٹرانزسٹر کے تین حصے ہوتے ہیں یعنی ایمیٹر، بیس اور کلکٹر، بیس، ایمیٹر سے بہت پتلی ہوتی ہے جب کہ کلکٹر، ایمیٹر اور بیس دونوں سے زیادہ بڑا یا چوڑا ہوتا ہے۔
- **کلکٹر (محصل)(Collector):** ایک ٹرانزسٹر میں دوسری طرف کا حصہ جو چارجز جمع کرتا ہے اسے کلکٹر کہتے ہیں۔ کلکٹر ہمیشہ معکوس میلان میں ہوتا ہے۔ اس کا کام بیس کے ساتھ اسکے جنکشن کے چارجز کو ہٹانا ہے۔
- **بیس (قاعدہ)(Base):** ٹرانزسٹر کا درمیانی حصہ جو ایمیٹر اور کلکٹر کے درمیان دو PN جنکشن بناتا ہے۔ اسے بیس کہا جاتا ہے۔

3.8 نمونہ امتحانی سوالات (Sample Questions for Examination)

3.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer type Questions)

1. ایک ٹرانجسٹر.....ہے۔
2. ٹرانزسٹر میں کمی کی تعداد.....ہے۔
3. ٹرانزسٹر کی بنیاد.....ڈوپڈ ہے۔
4. ٹرانزسٹر کا کلکٹر.....ڈوپڈ ہے۔
5. .این پی این ٹرانجسٹر میں،.....اقلیتی ہیں۔

6. ٹرانزسٹر میں، بیس کرنٹ ایمیٹر کرنٹ کے تقریباً.....ہوتا ہے۔
7. ایمیٹر سے زیادہ تر اکثریتی.....ہے۔
8. ٹرانزسٹر سے کیا مراد ہے۔
9. ٹرانزسٹر کے α کی قدر.....ہے۔
10. β اور α کے درمیان تعلق.....ہے۔

3.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. ٹرانجسٹر کیا ہے اور ٹرانزسٹر کی اقسام کو بیان کرو؟
2. ٹرانجسٹر کے آپریشن کے مختلف علاقے کیا ہیں کو بیان کرو؟؟

3.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. NPN اور PNP ٹرانجسٹر کے کام کی وضاحت کریں۔
2. ضروری سرکٹ اور ویوفارم کے ساتھ، ٹرانجسٹر کی سوئچنگ خصوصیات کی وضاحت کریں۔

3.8.4 غیر حل شدہ سوالات ((Unsolved Questions)

1. 100 کے بیٹا اور 30 مائیکرو اے کے بیس کرنٹ کے ساتھ سی ای کنفیگریشن کے لیے کلیکٹر کرنٹ کو معلوم کرو؟
2. ایک ٹرانجسٹر $4\ k\Omega$ لوڈ اور $V_{CC} = 13V$ کا استعمال کرتا ہے۔ زیادہ سے زیادہ ان پٹ سگنل کیا ہے اگر $\beta = 100$ ؟ دی گئی $V_{knee} = 1V$ اور V_{BE} میں 1V کی تبدیلی کلیکٹر کرنٹ میں 5mA ہے۔

3.9 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar

6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی4۔ دوپولار جنکشن ٹرانزسٹر کی بیاسنگ

(Bipolar Junction Transistor Biasing)

اکائی کے اجزا

4.0 تمہید

4.1 مقاصد

4.2 CE, CB اور CC کنکشن (مشترکہ بیس، مشترکہ ایمیٹر اور مشترکہ کلکٹر کنکشن)

4.2.1 مشترکہ بیس کنکشن

4.2.2 مشترکہ ایمیٹر کنکشن

4.2.3 مشترکہ کلکٹر کنکشن

4.3 مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں ٹرانزسٹر کی خصوصیات

4.4 ٹرانزسٹر کی لوڈلائن اور آپریٹنگ پوائنٹ

4.5 حل شدہ مثالیں

4.6 اکتسابی نتائج

4.7 کلیدی الفاظ

4.8 نمونہ امتحانی سوالات

4.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات

4.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات

4.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات

4.8.4 غیر حل شدہ سوالات

4.0 تمہید (Introduction)

اس یونٹ میں آپ سیکھیں گے کہ کس طرح ٹرانزسٹر اپنے آپریشن کے لئے بیاس ہوتا ہے تاکہ اسے افزوں گر اور الیکٹرانک سوئچ کے طور پر استعمال کیا جاسکے۔ ہم جانتے ہیں کہ ٹرانزسٹر میں تین جڑے ہوتے ہیں اور ان میں سے ایک کو کسی بھی سرکٹ میں کامن ہونا چاہئے جس میں ٹرانزسٹر ہو۔ لہٰذا آپ تین طرح کے ٹرانزسٹر کنکشن کے بارے میں سکھیں گے یعنی مشترکہ ہیں، مشترکہ ایمپیئر اور مشترکہ کلکٹر ہم اگلے حصے میں مشترکہ ایمپیئر کنکشن پر توجہ مرکوز کریں گے۔ بعد میں ہم ٹرانزسٹر کی ان پٹ۔ آؤٹ پٹ خصوصیات، ڈی سی الفا اور ڈی سی بیٹا کے پیرامیٹرز لوڈ لائن اور آپریٹنگ پائنٹ پر بات کریں گے۔ آخر میں ہم ٹرانزسٹر بیاسنگ کے طریقوں پر بحث کریں گے۔

ایک بائی پولر جنکشن ٹرانزسٹر (BJT) ٹرانزسٹر کی ایک قسم ہے جو الیکٹران اور الیکٹران ہولز دونوں کو چارج کیریئر کے طور پر استعمال کرتی ہے۔ اس کے برعکس، یونی پولر ٹرانزسٹر، جیسے فیلڈ ایفیکٹ ٹرانزسٹر (FET)، صرف ایک قسم کا چارج کیریئر استعمال کرتا ہے۔ ایک دو قطبی ٹرانجسٹر اپنے ٹرمینلز میں سے ایک پر لگائے گئے چھوٹے کرنٹ کو ٹرمینلز کے درمیان بہنے والے بہت بڑے کرنٹ کو کنٹرول کرنے کی اجازت دیتا ہے، جس سے ڈیوائس کو ایمپلیفیکیشن یا سوئچنگ کے قابل بناتا ہے۔

BJTs دو سیمی کنڈکٹر اقسام، n-type اور p-type کے درمیان دو p–n جنکشن کا استعمال کرتے ہیں، جو کہ مواد کے ایک کرسٹل کے علاقے ہیں۔ جنکشنز کو کئی مختلف طریقوں سے بنایا جاسکتا ہے، جیسے کہ سیمی کنڈکٹر مواد کی ڈوپنگ کو تبدیل کرنا جیسے ہی یہ بڑھتا ہے، دھاتی چھروں کو ملا کر جوڑ بنانے کے لیے جمع کر کے، یا ایسے طریقوں سے جیسے کہ n-type اور p-type ڈوپنگ مادوں کو پھیلانا۔ کرسٹل جنکشن ٹرانزسٹروں کی اعلیٰ پیشین گوئی اور کارکردگی نے اصل پوائنٹ کانٹیکٹ ٹرانزسٹر کو تیزی سے بے گھر کر دیا۔ ڈفیوزڈ ٹرانزسٹر، دیگر اجزاء کے ساتھ، اینالاگ اور ڈیجیٹل فنکشنز کے لیے مربوط سرکٹس کے عناصر ہیں۔ ایک سرکٹ میں بہت کم قیمت پر سینکڑوں بائی پولر جنکشن ٹرانزسٹر بنائے جاسکتے ہیں۔

4.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی میں ہم:

- CE, CB اور CC کنکشن (مشترکہ بیس، مشترکہ ایمیٹر اور مشترکہ کلکٹر کنکشن) میں اہم فرقے بارے میں جانیں گے۔
- مشترکہ بیس، مشترکہ ایمپیئر اور مشترکہ کلکٹر کنکشن کی وضاحت کریں اور متعلقہ سرکٹ بنائیں گے۔
- مشترکہ ایمپیئر کنکشن میں ٹرانزسٹر کی ان پٹ۔ آؤٹ پٹ خصوصیات بیان کریں اور وضاحت کریں گے۔

- لوڈ لائن کھینچیں اور مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں ٹرانزسٹر کی ان پٹ۔ آؤٹ پٹ خصوصیات پر آپریٹنگ پوائنٹ دکھائیں اور اسکے آپریشن میں ان کے کام کی وضاحت کریں گے۔

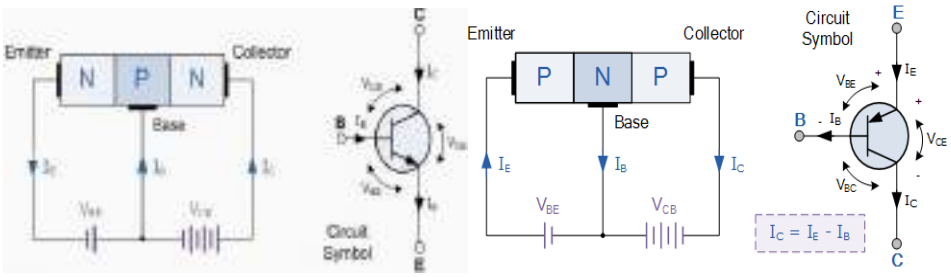
4.2 CE, CB اور CC کنکشن (مشترکہ بیس، مشترکہ ایمیٹر اور مشترکہ کلکٹر کنکشن)

ہم جانتے ہیں کہ ٹرانزسٹر تین سروں پر مستقل ہوتا ہے اور اسکے سروں کو ایمیٹر بیس اور کلکٹر کہتے ہیں۔ لیکن ایک سرکٹ میں عام طور پر دو پوائنٹس ہوتے ہیں یعنی ان پٹ اور آوٹ پٹ۔ لہٰذا ہمیں کسی بھی ڈیوائیس کی نمائندگی کے لئے دو یا چار ٹرمینلز کی ضرورت ہوتی ہے۔ چونکہ ایک ٹرانزسٹر میں صرف تین ٹرمینلز ہوتے ہیں۔ ہمیں ان میں سے ایک کو ان پٹ اور آؤٹ پٹ ٹرمینلز کے لئے مشترکہ ٹرمینل کے طور پر یہ غور کرنے کی ضرورت ہے۔ لہٰذا، ٹرانزسٹر میں تین ممکنہ کنکشن ہیں جن میں تین ٹرمینلز میں سے ایک ان پٹ اور آؤٹ پٹ دونوں پورٹس کے لئے مشترک ہے۔ یہ ہیں:

مشترکہ بیس، مشترکہ ایمیٹر اور مشترکہ کلکٹر کنکشن:

1. مشترکہ بیس کنکشن: جب ٹرانزسٹر کا بیس ٹرمینل ان پٹ اور آؤٹ پٹ سرکٹس کے لئے مشترک ہو۔
2. مشترکہ ایمیٹر کنکشن: جب ٹرانزسٹر کا ایمیٹر ٹرمینل ان پٹ اور آؤٹ پٹ سرکٹس کے لئے مشترک ہو۔
3. مشترکہ کلکٹر کنکشن: جب ٹرانزسٹر کا کلکٹر ٹرمینل ان پٹ اور آؤٹ پٹ سرکٹس کے لئے مشترک ہو۔

4.2.1 مشترکہ بیس کنکشن:



Source:https://www.elprocus.com/difference-between-npn-and-pnp-transistor/

(a):(NPN) **(b):(PNP)**

شکل (4.1)

مشترکہ بیس کنکشن: ٹرانزسٹر کی مخصوص ترتیب جیسا کہ شکل نمبر (4.1) میں دکھایا گیا ہے مشترکہ بیس کنکشن کہلاتا ہے کیوں کہ بیس ٹرمینل ٹرانزسٹر کے ان پٹ اور آؤٹ پٹ دونوں سرکٹس کے لئے مشترک ہے۔ شکل نمبر (a) اور (b)، pnp اور upn ٹرانزسٹرس کے لئے بتلائی گئی ہے۔

اس طرح کی ترتیب میں ان پٹ مزاحمت بہت G کم اور آؤٹ پٹ مزاحمت بہت ہی زیادہ ہوتی ہے۔ یہاں اس بات کو بھی نوٹ کریں کہ V_{EE} اور V_{CC} کا اطلاق باسنگ وولٹیجز ہیں جو شکل میں دکھائی گئی سمتوں میں کرنٹ قائم کرتے ہیں۔ کنونشن کے مطابق یہ الیکٹران کے بہاؤ کے مخالف یا ہولس کے بہاؤ کی سمت میں بیان کئے گئے ہیں۔ دونوں قسم کے ٹرانزسٹروں میں بالترتیب بیاسنگ وولٹیجز V_{EE} اور V_{CC} کی قطبین کے ساتھ ایمیٹر اور کلکٹر کرنٹ کی سمتیں بھی نوٹ کریں۔ لہٰذا دونوں صوروں میں ہمیں یہ حاصل ہوتا ہے کہ

$$I_E = I_B + I_C$$

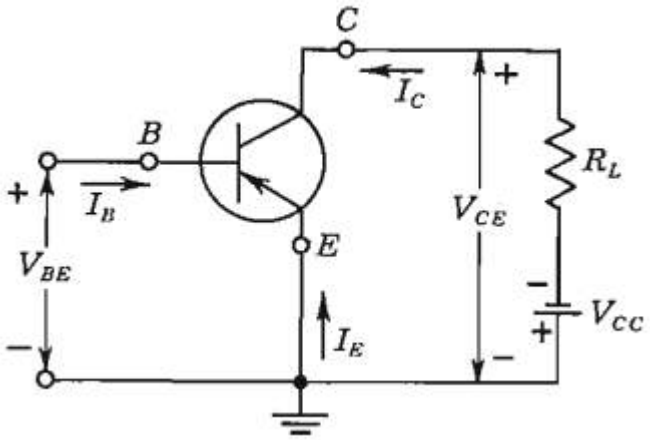
چونکہ $I_B < I_C$ تو ہم یہ بھی لکھ سکتے ہیں کہ

$$I_E \cong I_C$$

4.2.2 مشترکہ ایمیٹر کنکشن:

مشترکہ ایمیٹر کنکشن: عام طور پر مشترکہ ایمیٹر کنکشن، ٹرانزسٹر کے استعمالات میں سب سے زیادہ استعمال ہونے والا کنکشن ہے۔ اس ترتیب کو pnp ٹرانزسٹر کی مدد سے شکل نمبر (4.1a) میں دکھایا گیا ہے جہاں ایمیٹر ٹرمینل ان پٹ اور آؤٹ پٹ سرکٹس دونوں کے لئے مشترکہ ہے۔

لہٰذا اس صورت میں، ان پٹ ٹرمینلز بیس اور ایمیٹر ہیں جبکہ آؤٹ پٹ ٹرمینلز ایمیٹر اور کلکٹر ہیں۔ بیس ایمیٹر سرکٹ ان پٹ سرکٹ ہے اور کلکٹر۔ ایمیٹر سرکٹ اس کنکشن میں آؤٹ پٹ سرکٹ ہے۔ نوٹ کریں کہ لاگو وولٹیج V_{BB} ایمیٹر اور بیس جنکشن کو پیش میلان میں رکھتا ہے جبکہ لاگو وولٹیج V_{CC} کلکٹر اور بیس جنکشن کو معکوس میلان میں رکھتا ہے۔ ہم بیس کرنٹ I_B کو V_{BB} کو تبدیل کر کے تبدیل کر سکتے ہیں۔ جب ہم بیس کرنٹ کو تبدیل کرتے ہیں تو کلکٹر کرنٹ بھی بدل جاتا ہے اور اس لئے ایک چھوٹا سا بیس کرنٹ، ایک بڑے کلکٹر کرنٹ کو کنٹرول کرتا ہے۔ ایک ٹرانزسٹر کے مناسب آپریشن کے لئے لاگو وولٹیج V_{CC} کلکٹر بیس جنکشن کو معکوس میلان میں رکھنا چاہئے۔



Source:https://mywtmb.wordpress.com/2020/06/02/common-emitter-configuration-of-transistor-amplifier/

ایک پی این پی ٹرانزسٹر مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں

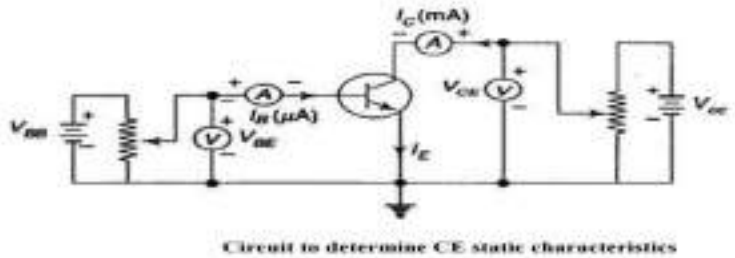
شکل(4.2)

4.2.3 مشترکہ کلکٹر کنکشن:

مشترکہ کلکٹر کنکشن: جب کلکٹر ان پٹ اور آؤٹ پٹ سرکٹس میں مشترکہ ہوتا ہے تو ہمیں مشترکہ کلکٹر کنکشن ملتا ہے۔ مشترکہ کلکشن ان حالات میں ہوتا ہے جہاں مزاحمتیں مماثلت کی ضرورت ہوتی ہے کیونکہ ان میں انٹ مزاحمت زیادہ ہوتا ہے اور آؤٹ پٹ مزاحمت بہت ہی کم ہوتی ہے۔ برعکس ان پٹ اور آؤٹ پٹ مزاحمتوں کے جو مشترکہ بیس اور مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں ہوتے ہیں۔

4.3 مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں ٹرانزسٹر کی خصوصیات(Characteristics of CE Transisters)

مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں ٹرانزسٹر کی خصوصیات: اس طرح کی کنکشن کی اہم خصوصیات ان پٹ کی خصوصیات اور آؤٹ پٹ کی خصوصیات ہیں۔



Circuit to determine CE static characteristics

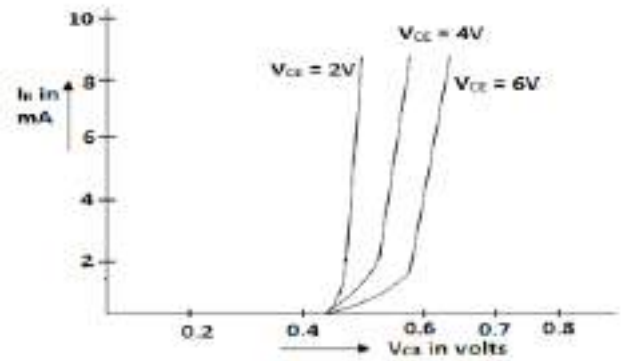
Source:https://www.brainkart.com/article/Common-emitter-%28CE%29-configuration-of-Transistor_12530/

شکل(4.3): مشترکہ ایمیٹر کنکشن

ان پٹ کی خصوصیات:

"یہ مستقل کلکٹر۔ایمیٹر وولٹیج V_{CE} پر بیس کرنٹ I_B اور بیس ایمیٹر وولٹیج V_{BE} کے درمیان گراف ہے۔"

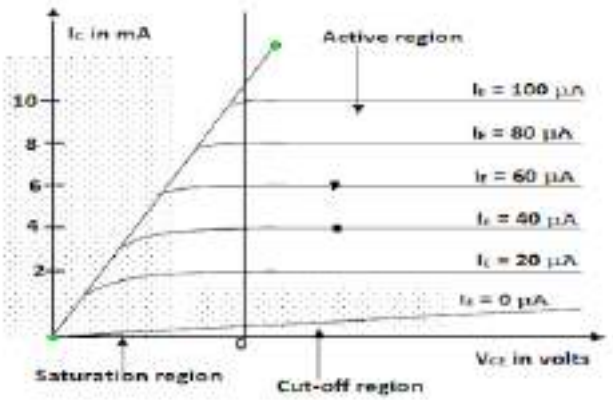
مشترکہ ایمیٹر کنکشن کی ان پٹ خصوصیات کا تعین شکل نمبر(4.3) میں دکھائے گئے سرکٹ سے کیا جاسکتا ہے۔ جیسا کہ $V_{CE} = 5V$ کو مستقل رکھتے ہوئے، V_{BE} کی مختلف اقدار کے لئے بیس کرنٹ I_B کو نوٹ کریں۔ پھر گراف پر حاصل کردہ ریڈنگ کو y-axis پر I_B اور x-axis پر V_{BE} کو لیکر ایک ترمیمی خاکہ بنائیں یہ $V_{CE} = 5V$ پر ان پٹ کی خصوصیات دیتا ہے۔ جس کو شکل نمبر(4.4) میں دکھایا گیا ہے۔اسی طرح کے طریقہ کار کے بعد ان پٹ خصوصیات کا ایک خاندان تیار کیا جاسکتا ہے۔



Source:https://mytech-info.com/common-emitter-configuration/

شکل(4.4)(**ان پٹ**)

آؤٹ پٹ کی خصوصیات:"یہ مستقل بیس کرنٹ I_B پر کلکٹر کرنٹ I_C اور کلکٹر ایمیٹر وولٹیج V_{CE} کے درمیان گراف ہے۔"



Source:https://mytech-info.com/common-emitter-configuration/

شکل(4.5)

شکل نمبر (4.5) میں دکھائے گئے سرکٹ کی مدد سے مشترکہ ایمیٹر کنکشن کی آؤٹ پٹ خصوصیات کو بھی تیار کیا جاسکتا ہے بیس کرنٹ I_B کو کسی قدر 5ma پر مستقل رکھتے ہوئے۔ V_{CE} کی مختلف اقدار کے لئے کلکٹر کرنٹ I_C کو نوٹ کریں۔ پھر I_C کو y-axis اور V_{CE} کو x-axis کے ساتھ لیکر ایک گراف پیپر پر حاصل کردہ ریڈنگ کو ظاہر کریں۔ یہ $I_B = 5\mu A$ پر اؤٹ پٹ خصوصیات دیتا ہے جیسا کہ ملحقہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ اسی طرح کے طریقہ کار کے بعد آؤٹ پٹ خصوصیات کا خاندان تیار کیا جاسکتا ہے۔

ہم ان پٹ اور آؤٹ پٹ کی خصوصیات سے نوٹ کرسکتے ہیں کہ بیس کرنٹ مائیکرو ایمیٹر بیس میں ہے اور کلکٹر کرنٹ ملی ایمپیر بیس میں ہے۔ براہ کرم مندرجہ ذیل تین علاقوں پر توجہ دیں جو آؤٹ پٹ کی خصوصیات پر نشان زد ہیں۔

فعال علاقہ، سنتروتی علاقہ اور کٹ آف علاقہ۔

فعال علاقہ: ٹرانزسٹر ایکٹوریجن میں اس وقت کام کرتا ہے جب بیس جنکشن پیش میلان میں ہوتا ہے اور کلکٹر جنکشن معکوس میلان میں ہوتا ہے۔

سنترپتی علاقہ: ٹرانزسٹر اس علاقہ میں اس وقت کام کرتا ہے جب میں۔ ایمیٹر اور کلکٹر ایمیٹر جنکشن دونوں کم از کم knee وولٹیج سے پیش میلان میں ہوتے ہیں۔

کٹ آف علاقہ: ٹرانزسٹر کٹ آف ریجن میں اس وقت کام کرتا ہے جب ایمیٹر اور کلکٹر جنکشن دونوں معکوس میلان میں ہوتے ہیں۔

جدول (4.1)

ٹرانزسٹر کنکشن کا موازنہ

خصوصیت	مشترکہ بیس	مشترکہ ایمیٹر	مشترکہ کلکٹر
ان پٹ مزاحمت	کم (100 اوم)	کم (750Ω)	بہت زیادہ ($750K\Omega$)
آؤٹ پٹ مزاحمت	بہت زیادہ ($\cong 450k\Omega$)	زیادہ ($45K\Omega$)	کم (50Ω)
وولٹیج کی افزائش	تقریباً 150	تقریبا 500	تقریبا 1>
کرنٹ کی افزائش	نہیں (<1)	زیادہ (β)	ایک حد تک
استعمالات	اعلیٰ تعدد کے لئے	سمعی تعدد کے لئے	مزاحمتوں کے ملاپ کے لئے

ڈی الفاء (α_{dc}) اور ڈی بیٹا (β_{dc}): تعریف کی مابق ڈی سی الفائ، ڈی سی کلکٹر کرنٹ اور ڈی سی ایمیٹر کرنٹ کا تناسب ہے۔

$$\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_E} \qquad \text{----------(4.1)}$$

ہم جانتے ہیں کہ کلکٹر کرنٹ تقریباً ایمیٹر کرنٹ کے برابر ہوتا ہے۔ لہٰذا ڈی سی الفاء کی قیمت ہمیشہ اسے تھوڑی کم ہوتی ہے(0.9 to 0.99)

اس طرح، تعریف کے مطابق، ڈی سی بیٹا(β)، ڈی سی کلکٹر کرنٹ I_C اور ڈی سی بیس کرنٹ I_B کا تناسب ہے۔

$$\beta_{dc} = {I_c}/{I_B} \qquad \text{--------(4.2)}$$

β کو کرنٹ کے افزائش بھی کہا جاتا ہے کیونکہ ایک چھوٹا بیس کرنٹ، ایک بڑے کلکٹر کرنٹ کو کنٹرول کرتا ہے۔ کرنٹ کی افزائش (β) عام طور پر کم پاور ٹرانزسٹرس کے لئے 100 سے 300 تک ہوتا ہے جبکہ ہائی پاور ٹرانزسٹرس کے لئے یہ رینج 20 اور 100 کے درمیان ہوتی ہے۔

ڈی سی الفاء(α) اور ڈی سی بیٹا(β) کی تعریفوں کی مدد سے، ہم ان کے درمیان ایک تعلق قائم کر سکتے ہیں۔

$$\alpha_{dc} = {I_c}/{I_E} = \frac{I_C}{I_C + I_B} \quad (\because\ I_E = I_B + I_C)$$

$$I_C = \alpha_{dc}(I_C + I_B)$$

$$I_C = I_c\alpha_{dc} + I_B\alpha_{dc}$$

$$I_C - I_C\alpha_{dc} = I_B\alpha_{dc}$$

$$I_C(1 - \alpha_{dc}) = \alpha_{dc} I_B$$

$$I_C = \frac{\alpha_{dc}}{1-\alpha_{dc}} I_B$$

$$\therefore\ {I_B}/{I_B} = \frac{\alpha_{dc}}{1-\alpha_{dc}}$$

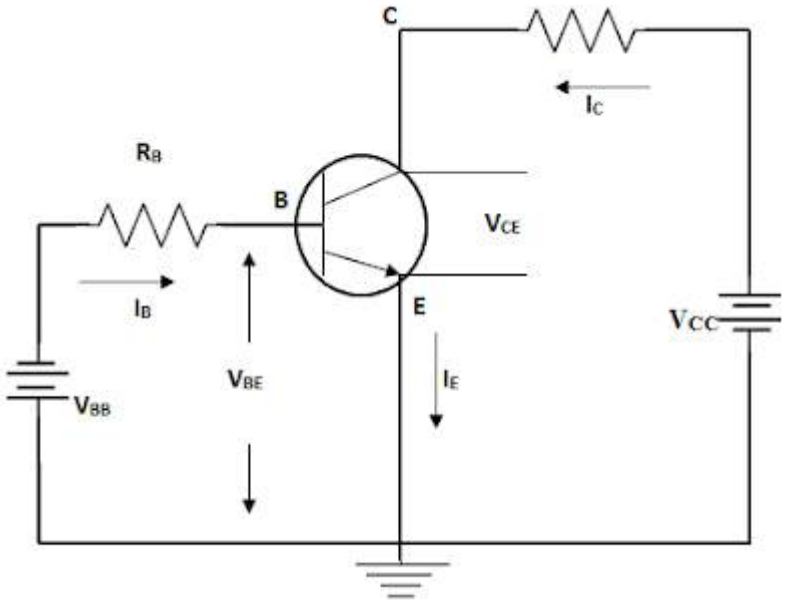
$$\beta_{dc} = \frac{\alpha_{dc}}{1-\alpha_{dc}} \qquad \text{------(4.3)}$$

$$In\ general\ \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}\ or\ \alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$$

نوٹ: ایک ٹرانزسٹر کے لئے ڈی سی الفا(α) اور ڈی سی بیٹا(β)

4.4 ٹرانزسٹر کی لوڈلائن اور آپریٹنگ پوائنٹ(Transister Load Line and Operating Pointing)

ٹرانزسٹر کی لوڈلائن اور آپریٹنگ پوائنٹ: عام طور پر مختلف کلکٹر، ایمیٹر وولٹیجز کے لئے کلکٹر کرنٹ کا تعین کرنا ضروری ہوتا ہے۔ آؤٹ پٹ کی خصوصیات کو حاصل کرنے کے بعد کسی بھی مطلوبہ کلکٹر۔ ایمیٹر وولٹیج پر کلکٹر کرنٹ کا تعین کرنے کے لئے ایک طریقہ استعمال کیا جاسکتا ہے تاہم اس طرح کے مسائل کو حل کرنے کے لئے ایک زیادہ آسان طریقہ جسے لوڈلائن طریقہ کہا جاتا ہے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اب ہم ان پیرامیٹرز پر بات کرتے ہیں جو اس سلسلے میں اہم ہیں۔ آگے شکل نمبر (4.6) جو ایک npn ٹرانزسٹر کو مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں رکھا یا گیا ہے۔ اسی شکل کو استعمال کرتے ہوئے کرشیجوف وولٹیج لاء کو آوٹ پٹ سرکٹ کے لئے ہمیں یہ حاصل ہوتا ہے۔



Source:https://mytech-info.com/common-emitter-configuration/

جس میں npn ٹرانزسٹر کو مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں رکھا یا گیا ہے۔

شکل(4.6)

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \qquad \text{----------(4.4)}$$

ہم یہ بھی لکھ سکتے ہیں کہ

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} \qquad \text{----------(4.5)}$$

یہ نوٹ کریں کہ مساوات(4.5) I_C اور V_{CE} کے درمیان ایک سیدھی لائن ہے۔ جسمیں $\frac{-1}{RC}$ ڈھال ہے اور V_{cc}/R_c ایک مستقل ہے۔ یہ بھی نوٹ کرین کہ ان پٹ سرکٹ میں کوئی سگنل لاگو نہیں ہے اور ان پٹ اور آؤٹ پٹ دونوں سرکٹس میں لگائے گئے وولٹیجز صرف ڈی سی وولٹیج ہیں۔

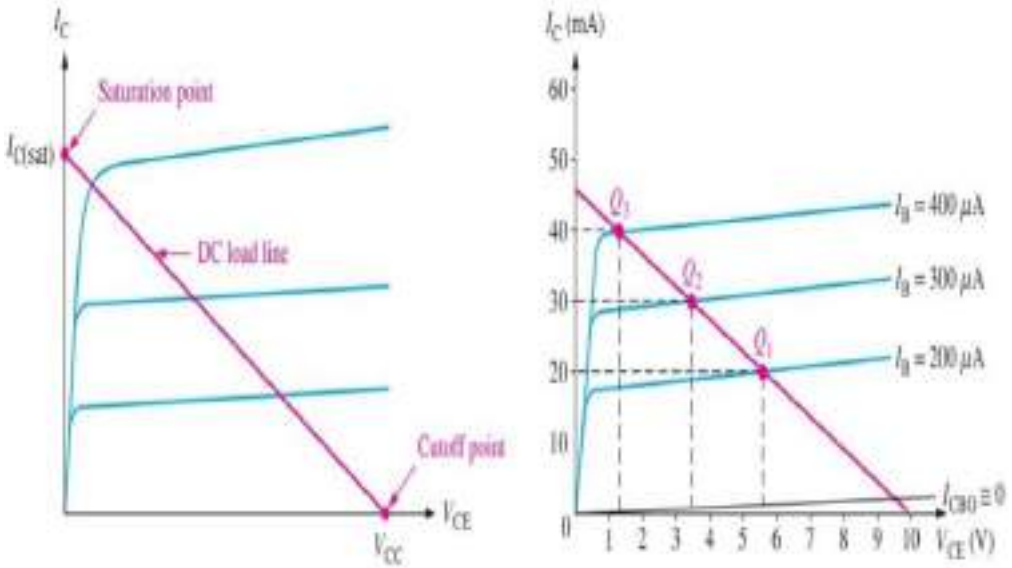
شکل نمبر(4.6) میں مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں ٹرانزسٹر کی آؤٹ پٹ خصوصیات پر مساوات(4.4) کے ذریعے دی گئی سیدھی لائن کا گراف دکھاتی ہے۔ نوٹ کریں کہ مساوات(1) سے ہم سیدھی لکیر پر دو پوائنٹ کو اس طرح بیان کر سکتے ہیں۔

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} \; for \; V_{CE} = 0$$

اور

$$V_{CE} = V_{CC} \; for \; I_C = 0$$

جب ہم آؤٹ پٹ کی خصوصیات پر ان دو پوائنٹ کو جوڑتے ہیں گراف پر مساوات(1) یا(2) کے ذریعہ دی گئی سیدھی خط ملتی ہے۔ اس لائن کو لوڈ لائن کہا جاتا ہے کیوں کہ اس کی تعریف آؤٹ پٹ سرکٹ میں لوڈ کی مزاحمت کی قدر سے ہوتی ہے۔ آپ نے دیکھا ہو گا کہ لوڈ لائن کی ڈھوالن کا تعین لوڈ کی مزاحمت کی قدر سے ہوتا ہے۔ یہ بھی ہے کہ لوڈ لائن ایک دیئے گئے لوڈ مزاحمت کے لئے فعال ریجن میں ٹرانزسٹر کے آپریٹنگ حالات کی وضاحت کرتی ہے۔



Source:https://www.theengineeringknowledge.com/transistor-dc-operating-point/

مشترکہ ایمیٹر میں ٹرانزسٹر کی آؤٹ پٹ خصوصیات

شکل(4.7)

مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں ٹرانزسٹر کے آپریٹنگ پوائنٹ کی وضاحت بغیر ان پٹ سگنل کے آؤٹ پٹ وولٹیج V_{CE} آوٹ پٹ کرنٹ I_C اور ان پٹ کرنٹ I_B سے ہوتی ہے۔ اسے پر سکون نقطہ یا کیو Q پوائنٹ بھی کہا جاتا ہے۔ Q پوائنٹ کا مطلب خاموش، آرام کرنا، غیر فعال یا ساکن ہونا۔

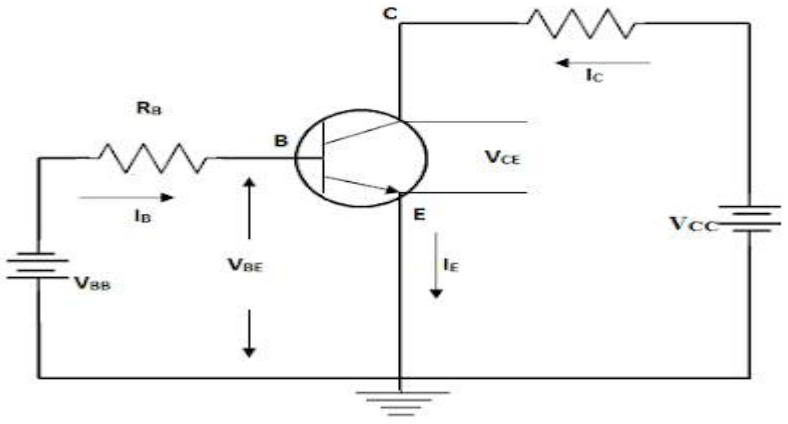
ٹرانزسٹر پائسنگ کے طریقے: ٹرانزسٹر کی بہترین کارکردگی کے لئے ہمیں اس کے ان پٹ اور آؤٹ سرکٹس میں قطبیت کے مناسب بیرونی وولٹیج لگانے کی ضرورت ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ ٹرانزسٹر کا آپریشن اس کے بیس کرنٹ، کلکٹر کرنٹ، ان پٹ اور آؤٹ پٹ وولٹیجز پر منحصر ہے۔ لہٰذا ہم ہمیشہ یہ یاد رکھ سکتے ہیں کہ:

"ٹرانزسٹر بیاسنگ ٹرانزسٹر پر مناسب ڈی سی وولٹیج لگانے کا عمل ہے۔"

ٹرانزسٹر پر لگائی جانے والی وولٹیج ایسی ہوئی چاہیں کہ ٹرانزسٹر بہترین کارکردگی کرے۔ یہاں تک کہ جب لاگو وولٹیج میں تھوڑی سی تبدیلی میں واقع ہو۔ ہم جانتے ہیں کہ آوٹ پٹ اور ان پٹ سرکٹس میں آپریٹنگ وولٹیجز اور کرنٹ ٹرانزسٹر کے آپریٹنگ پوائنٹ یا Q پوائنٹ کی وضاحت کرتے ہیں۔

آیئے اس شکشن میں مشترکہ ایمیٹر کنکشن کے لئے تین بائینگ طریقوں میں بحث کریں گے یعنی مکسڈ یانس، سیلف بیاس اور آفاقی بیاس۔

1. **فکسڈ بیاس:**



Source:https://mytech-info.com/common-emitter-configuration/

ٹرانزسٹر کے لئے مشترکہ ایمیٹر کنکشن

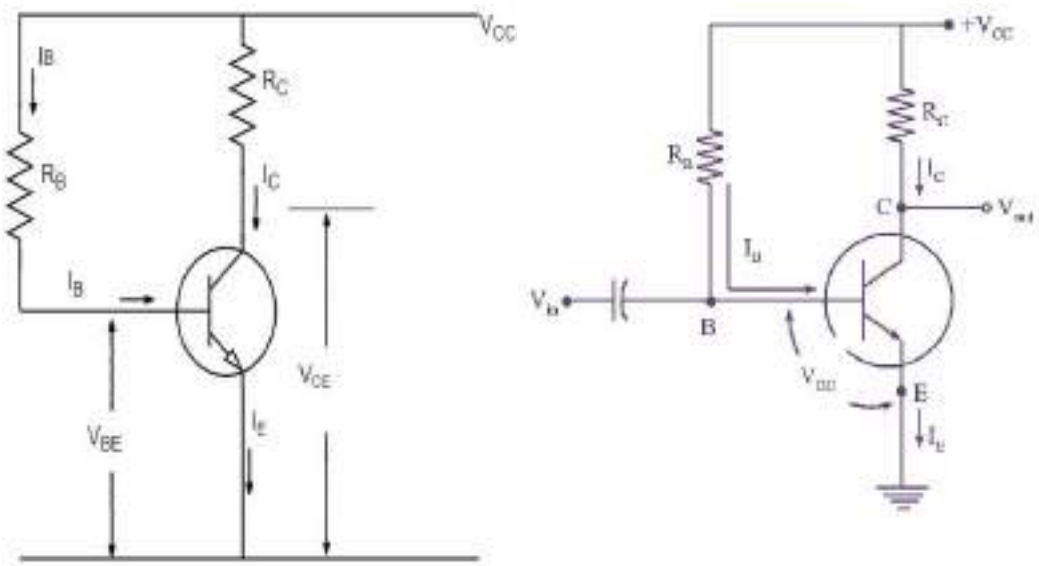
شکل(4.8)

فکسڈ بیاس کو بیس بیاس بھی کہا جاتا ہے جس میں ٹرانزسٹر کے بیس کرنٹ I_B کو V_{CC} کی دی گئی اقدار کے لئے مستقل رکھا جاتا ہے۔ یہ ایک مستقل مزاحمت R_B کو جوڑ کر کیا جاتا ہے۔ ان پٹ سرکٹ میں R_B ایک اعلیٰ مزاحمت ہے R_B کی مناسب قیمت منتخب کر کے ہم سیٹ کر سکتے ہیں ان پٹ بیس کرنٹ اور آؤٹ پٹ کلکٹر کرنٹ کی مطلوبہ قدریں۔

تاہم عام طور پر ایک ہی مزاحمت R_B کا استعمال کرتے ہوئے فکسڈ بیاس طریقہ کا استعمال ٹرانزسٹر کی بہتر کارکردگی کے لئے نہیں کہا جاتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ بائینگ وولٹیجز اور ٹرانزسٹر آپریشن کے دوران کرنٹ مستحکم نہیں رہتے ہیں اور Q پوائنٹ غیر مستحکم ہے۔

2. سیلف بیاس:

سیلف بیاس کا طریقہ جیسے کلکٹر فیڈ بیاک بھی کہا جاتا ہے۔ جہاں بیس مزاحمت R_B کو سپلائی وولٹیج کی بجائے کلکٹر سے جوڑا جاتا ہے جیسے شکل نمبر (4.9) میں دکھایا گیا ہے۔ اس صورت میں اگر بیٹا β_{dc} کسی وجہ سے بڑھتا ہے جیسے درجہ حرارت میں فرق تو پھر کلکٹر کرنٹ I_C بڑھیگا اس کے نتیجے میں R_C میں وولٹیج کی بڑی کمی واقع ہوگی۔ لہٰذا کلکٹر وولٹیج کم ہو جائے گا۔ اس حالت میں کلکٹر کرنٹ، بیٹا β میں تغیر کی وجہ سے ہونے والے اضافے کو درست کرتے ہوئے کم کر دیگا۔ اس قسم کا بیاسنگ کچھ زیادہ مؤثر ہے جو کہ استحکام کو بہتر بناتا ہے۔ تاہم آپریٹنگ پوائنٹ، سرکٹ میں تبدیلیوں کے لئے حساس ہے۔ لیکن یہ فکسڈ بیاس سرکٹ سے بہتر ہے۔



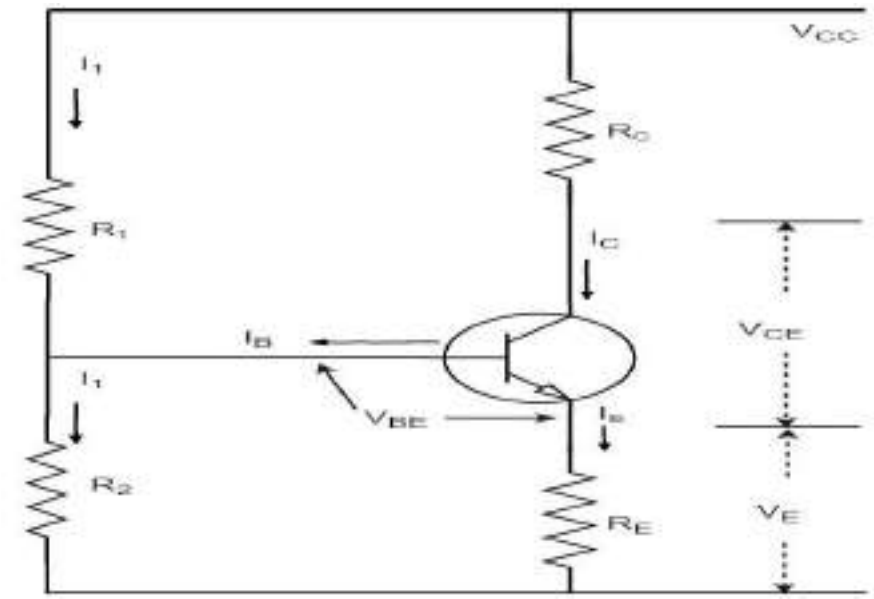
Source:https://electricalworkbook.com/transistor-biasing/,
https://www.tutorialspoint.com/amplifiers/methods_of_transistor_biasing.htm

شکل نمبر (npn) ٹرانزسٹر میں مشترکہ ایمیٹر کنکشن

شکل (4.9)

3. یونیورسل بیاس یا آفاقی بیاس:

یونیورسل بیاس ایک طریقہ ہے جو ٹرانزسٹر کے لکیری آپریشن کے لئے سب سے زیادہ استعمال ہوتا ہے۔ اسے وولٹیج ڈیوائیڈر سرکٹ کے نام سے بھی جانا جاتا ہے کیونکہ مزاحمت R_1 اور R_2 وولٹیج ڈیوائیڈر بناتا ہے۔ شکل نمبر (4.10)۔ اس بیاسنگ طریقے میں صرف ایک بیاٹری یا dc پاور سورس درکار ہے۔ یہ چار مزاحمتوں کو استعمال کرتا ہے اور ایک مستحکم آپریٹنگ پوائنٹ کو فراہم کرتا ہے۔



Source:https://www.tutorialspoint.com/amplifiers/methods_of_transistor_biasing.htm

(npn)ٹرانزسٹر میں مشترکہ ایمیٹر کنکشن

شکل(4.10)

4.5 حل شدہ مثالیں(Solved Problems)

حل شدہ مثال1

پوائنٹ کا تعین کرنا: ایک ٹرانزسٹر میں مشترکہ ایمیٹر کنکشن کے لئے $I_B = 20\mu A, \beta = 100, V_{CC} = 15V$ اور $R_C = 5K\Omega$ ہو تو Q پوائنٹ کا تعین کریں۔

حل: ہم جانتے ہیں کہ $I_C = \beta \times I_B = 100 \times 20 \times 10^{-6} = 2\mu A$

اس لئے R_C کے اطراف وولٹیج ڈراپ $2 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{3} = I_C R_C$

$$= 10V$$

لہٰذا $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$

$$V_{CE} = 15V - 10V = 5V$$

لہٰذا $I_C = 2\mu A;\ V_{CE} = 5V$ اور $I_B = 20\mu A$ ظاہر کرتا ہے کہ لوڈ لائن پر پوائنٹ

حل شدہ مثال 2

ایک ٹرانزسٹر کے لئے مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں Q پوائنٹ کا تعین کریں۔

1. $V_{CC} = 30$ وولٹ اور $I_B = 30$ مائیکرو ایمیٹر جب کہ $R_C = 5K\Omega$ اور $\beta = 100$ دیا گیا ہے۔
2. $V_{CC} = 10$ وولٹ اور $I_B = 10$ مائیکرو ایمیٹر

حل: دیا گیا ہے کہ

$$I_C = \beta I_B = 100 \times 30 \times 10^{-6} = 3\mu A \quad (1)$$

$$I_C R_C = 3 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{3} = 15V$$

$$\therefore V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 30V - 15V = 15V$$

$$Q - Point = (I_C, V_{CE}) = (15V, 3\mu A)$$

$$I_C = \beta I_B = 100 \times 10 \times 10^{-6} = 1\mu A \quad (2)$$

$$I_C R_C = 1 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{3} = 5V$$

$$\therefore V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 10V - 5V = 5V$$

$$Q - Point = (I_C, V_{CE}) = (5V, 1\mu A)$$

حل شدہ مثال 3

ایک ٹرانزسٹر میں ڈی سی کرنٹ کی افزائش 200 ہے۔ اگر میں کرنٹ $I_B = 10$ ہو تو کلکٹر کرنٹ کی قدر معلوم کریں اور ڈی سی الفاء کی قیمت کیا ہو گی۔

حل: دیا گیا ہے کہ

$$(\beta = 200, I_B = 10\mu A, I_C = ?)$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \Longrightarrow I_C = I_E\beta = 10 \times 10^{-6} \times 200 = 1 \times 10^{-3} = 1\mu A$$

$$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta} = \frac{200}{1+200} = \frac{200}{201} = 0.995$$

حل شدہ مثال 4

ڈی سی الفا اور ڈی سی بیٹا کی قدریں معلوم کریں جب کہ $I_C = 1\mu A$ اور $I_B = 2.5\mu A$ ہو۔

حل: دیا گیا ہے کہ

$$I_C = 1\mu A$$

$$I_B = 2.5\mu A$$

ہم جانتے ہیں کہ $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$ اور $\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$ اور $\beta = \frac{I_C}{I_B}$

$$\beta = \frac{1\mu A}{2.5\mu A} = \frac{1\times10^{-3}A}{2.5\times10^{-6}A} = \frac{1\times10^{3}}{2.5} = 400$$

$$\alpha = \frac{400}{1+400} = \frac{400}{401} = 0.998$$

4.6 اکتسابی نتائج (Learning out comes)

- مشترکہ بیس، مشترکہ ایمیٹر اور مشترکہ کلکٹر کنکشن:

(i) مشترکہ بیس کنکشن: جب ٹرانزسٹر کا بیس ٹرمینل ان پٹ اور آؤٹ پٹ سرکٹس کے لئے مشترک ہو۔

(ii) مشترکہ ایمیٹر کنکشن: جب ٹرانزسٹر کا ایمیٹر ٹرمینل ان پٹ اور آؤٹ پٹ سرکٹس کے لئے مشترک ہو۔

(iii) مشترکہ کلکٹر کنکشن: جب ٹرانزسٹر کا کلکٹر ٹرمینل ان پٹ اور آؤٹ پٹ سرکٹس کے لئے مشترک ہو۔

- ان پٹ اور آؤٹ پٹ کی خصوصیات سے نوٹ کر سکتے ہیں کہ بیس کرنٹ مائیکرو ایمیٹر بیس میں ہے اور کلکٹر کرنٹ ملی ایمپیر بیس میں ہے۔ براہ کرم مندرجہ ذیل تین علاقوں پر توجہ دیں جو آؤٹ پٹ کی خصوصیات پر نشان زد ہیں۔

فعال علاقہ، سنتروتی علاقہ اور کٹ آف علاقہ۔

(i) فعال علاقہ: ٹرانزسٹر ایکٹو ریجن میں اس وقت کام کرتا ہے جب بیس جنکشن پیش میلان میں ہوتا ہے اور کلکٹر جنکشن معکوس میلان میں ہوتا ہے۔

(ii) سنترپتی علاقہ: ٹرانزسٹر اس علاقہ میں اس وقت کام کرتا ہے جب میں۔ ایمیٹر اور کلکٹر ایمیٹر جنکشن دونوں کم از کم knee وولٹیج سے پیش میلان میں ہوتے ہیں۔

(iii) کٹ آف علاقہ: ٹرانزسٹر کٹ آف ریجن میں اس وقت کام کرتا ہے جب ایمیٹر اور کلکٹر جنکشن دونوں معکوس میلان میں ہوتے ہیں۔

4.7 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **یونیورسل بیاس یا آفاقی بیاس:** یونیورسل بیاس ایک طریقہ ہے جو ٹرانزسٹر کے لکیری آپریشن کے لئے سب سے زیادہ استعمال ہوتا ہے۔
- **سیلف بیاس:** سیلف بیاس کا طریقہ جیسے کلکٹر فیڈ بیاک بھی کہا جاتا ہے۔
- **فکسڈ بیاس:** فکسڈ بیاس کو بیس بیاس بھی کہا جاتا ہے جس میں ٹرانزسٹر کے بیس کرنٹ I_B کو V_{CC} کی دی گئی اقدار کے لئے مستقل رکھا جاتا ہے۔

4.8 نمونہ امتحانی سوالات (Sample Questions for Examination)

4.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer type Questions)

1. سی ای کنفیگریشن کے ذریعہ فراہم کردہ زیادہ فائدہ کون سا ہے؟
2. .اگر ٹرانزسٹر ڈی سی لوڈ لائن کے وسط میں کام کرتا ہے، تو موجودہ نفع میں کمی Q پوائنٹ کو حرکت دے گی۔
3. کل ایمیٹر کرنٹ.....ہے۔
4. این پی این ٹرانزسٹر کے بنیاد میں زیادہ تر الیکٹرانز.....ہے۔
5. PNP سرکٹ کے ساتھ، سب سے زیادہ مثبت وولٹیج.....ہے۔
6. بیٹا کا موجودہ تناسب.....ہے۔
7. لوڈ لائن پر Q پوائنٹ کا تعین کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

8. CB کنفیگریشن کو کس قسم کا فائدہ فراہم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے؟
9. عیسوی ترتیب میں، ایک ایمیٹر ریزسٹر کا استعمال کیا جاتا ہے۔
10. IC/IE کا موجودہ تناسب عام طور پر ایک سے کم ہوتا ہے اور اسے ..... کہا جاتا ہے۔
11. ٹرانزسٹر کی تیاری میں سب سے زیادہ استعمال ہونے والا سیمی کنڈکٹر ..... ہے۔

4.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. ٹرانزسٹر میں α، β اور γ کیا ہیں؟
2. ٹرانجسٹر کے آپریشن کے مختلف علاقے کیا ہیں؟
3. Q پوائنٹ کیا ہے؟
4. ٹرانزسٹر کنفیگریشن کی اقسام کیا ہیں؟
5. کلیکٹر سے ایمیٹر، بیس سے ایمیٹر سنترپتی، ایکٹیو، کٹ ان، کٹ آف وولٹیجز کی قدریں کیا ہیں؟

4.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. سی ای کنفیگریشن میں ٹرانزسٹر کی ان پٹ اور آؤٹ پٹ خصوصیات کو گراف کی مدد سے اس کی وضاحت کریں۔
2. CB کنفیگریشن میں ٹرانجسٹر کی ان پٹ اور آؤٹ پٹ خصوصیات کو گراف کی مدد سے اس کی وضاحت کریں۔
3. سی سی کنفیگریشن میں ٹرانجسٹر کے ان پٹ اور آؤٹ پٹ خصوصیات کو گراف کی مدد سے اس کی وضاحت کریں۔

4.8.4 غیر حل شدہ سوالات ((Unsolved Questions)

1. (i) ایک جرمینیم ٹرانزسٹر کو زیرو سگنل $I_C = 1mA$ پر چلایا جانا ہے۔ اگر کلکٹر سپلائی $V_{CC} = 12V$، بیس ریزسٹر طریقہ میں R_B کی قدر کیا ہے؟ $\beta = 100$ لیں۔ (ii) اگر $\beta = 50$ کے ساتھ اسی پیچ کا دوسرا ٹرانزسٹر استعمال کیا جائے تو اسی R_B کے لیے صفر سگنل I_C کی نئی قدر کیا ہوگی؟
2. کامن بیس کنفیگریشن کا موجودہ فائدہ کیا ہے جہاں $I_E = 4.2$ mA اور $I_C = 4.0$ mA ؟

4.9 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی 5۔ ٹرانزسٹرس سرکٹ کا تجزیہ

(Transistor Circuit Analysis)

اکائی کے اجزا

5.0		تمہید
5.1		مقاصد
5.2		ٹرانزسٹر کی لوڈلائن اور آپریٹنگ پوائنٹ
5.3		مشترکہ ایمیٹر سرکٹ کے لئے بیاسنگ
5.4		حل شدہ مثالیں
5.5		اکتسابی نتائج
5.6		کلیدی الفاظ
5.7		نمونہ امتحانی سوالات
	5.7.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	5.7.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	5.7.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
	5.7.4	غیر حل شدہ سوالات
5.8		تجویز کردہ اکتسابی مواد

5.0 تمہید(Introduction)

بیل ٹیم نے مختلف ٹولز کے ساتھ اس طرح کا نظام بنانے کی بہت کوششیں کیں، لیکن عموماً ناکام رہیں۔ سیٹ اپ جہاں رابطے کافی قریب تھے وہ ہمیشہ اتنے ہی نازک تھے جتنے کہ اصل بلی کے سر گوشی کا پتہ لگانے والے تھے، اور مختصراً کام کریں گے، اگر بالکل بھی ہو۔ بالآخر انہیں ایک عملی پیش رفت ہوئی۔ سونے کے ورق کا ایک ٹکڑا ایک مثلث پلاسٹک کے پچر کے کنارے پر چپکا ہوا تھا، اور پھر ورق کو مثلث کی نوک پر استرا سے کاٹا گیا تھا۔ نتیجہ سونے کے دو بہت قریب سے فاصلے والے رابطے تھے۔ جب پلاسٹک کو کرسٹل کی سطح پر نیچے دھکیل دیا گیا اور دوسری طرف (کرسٹل کی بنیاد پر) وولٹیج کا اطلاق کیا گیا تو کرنٹ ایک رابطے سے دوسرے رابطے میں بہنا شروع ہوا کیونکہ بیس وولٹیج الیکٹرانوں کو بیس سے دور دھکیل دیتا ہے۔ رابطوں کے قریب دوسری طرف۔ پوائنٹ کانٹیکٹ ٹرانزسٹر ایجاد ہو چکا تھا۔

15 دسمبر 1947 کو، "جب پوائنٹس ایک ساتھ بہت قریب تھے تو تقریباً 2 وولٹیج amp ملا لیکن پاور amp نہیں تھا۔ یہ وولٹیج ایمپلی فیکیشن فریکوئنسی 10 سے 10،000 چکروں سے آزاد تھا"۔ 16 دسمبر 1947 کو، "اس دوہرے نقطے کے رابطے کا استعمال کرتے ہوئے، ایک جرمینیئم کی سطح سے رابطہ کیا گیا جسے 90 وولٹ تک اینوڈائز کیا گیا تھا، H2O میں الیکٹرولائٹ کو دھویا گیا اور پھر اس پر کچھ سونے کے دھبے بخارات بن گئے۔ سونے کے رابطوں کو نیچے دبایا گیا۔ ننگی سطح۔ سطح پر سونے کے دونوں رابطے اچھی طرح سے درست کیے گئے... پوائنٹس کے درمیان علیحدگی تقریباً 4 3−10x سینٹی میٹر تھی۔ ایک پوائنٹ کو گرڈ کے طور پر اور دوسرے پوائنٹ کو پلیٹ کے طور پر استعمال کیا جاتا تھا۔ گرڈ پر تعصب (D.C.) ایمپلی فیکیشن حاصل کرنے کے لیے مثبت رہیں... تقریباً 15 وولٹ کی پلیٹ کے تعصب پر پاور گین 1.3 وولٹیج گین 15 "بریٹین اور ایچ آر مورنے 23 دسمبر 1947 کی سہ پہر کو بیل لیبز میں اپنے کئی ساتھیوں اور مینیجرز کے سامنے ایک مظاہرہ کیا، جسے اکثر ٹرانزسٹر کی تاریخ پیدائش کے طور پر دیا جاتا ہے۔ PNP" پوائنٹ رابطہ جرمینیم ٹرانجسٹر"

5.1 مقاصد(Objectives)

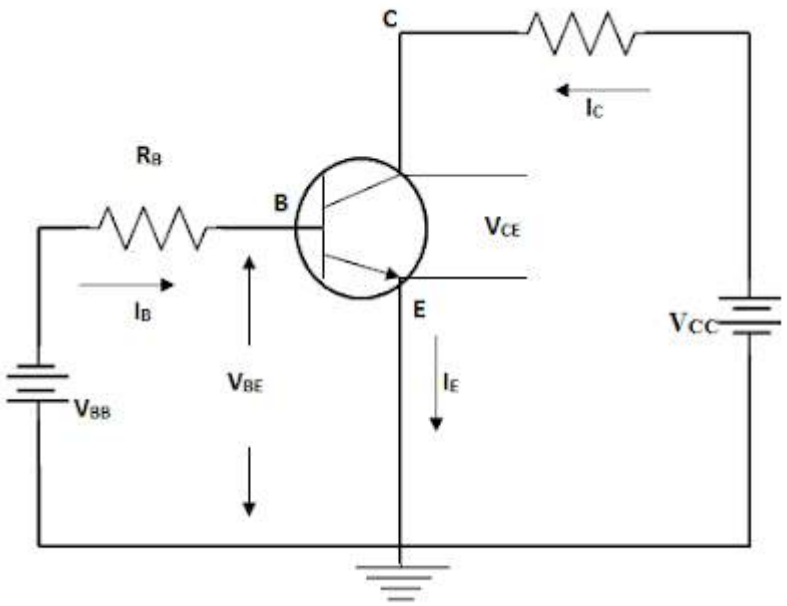
اس اکائی میں ہم:

- لوڈ لائن کھینچیں اور مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں ٹرانزسٹر کی ان پٹ۔ آؤٹ پٹ خصوصیات پر آپریٹنگ پوائنٹ دکھائیں اور اسکے آپریشن میں ان کے کام کی وضاحت کریں گے۔

5.2 ٹرانزسٹر کی لوڈ لائن اور آپریٹنگ پوائنٹ(Transister Load Line and Operating Pointing)

ٹرانزسٹر کی لوڈ لائن اور آپریٹنگ پوائنٹ:

عام طور پر مختلف کلکٹر، ایمیٹر وولٹیجز کے لئے کلکٹر کرنٹ کا تعین کرنا ضروری ہوتا ہے۔ آؤٹ پٹ کی خصوصیات کو حاصل کرنے کے بعد کسی بھی مطلوبہ کلکٹر۔ ایمیٹر وولٹیج پر کلکٹر کرنٹ کا تعین کرنے کے لئے ایک طریقہ استعمال کیا جاسکتا ہے تاہم اس طرح کے مسائل کو حل کرنے کے لئے ایک زیادہ آسان طریقہ جسے لوڈ لائن طریقہ کہا جاتا ہے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اب ہم ان پیرامیٹرز پر بات کرتے ہیں جو اس سلسلے میں اہم ہیں۔ آگے شکل نمبر (5.1) جو ایک npn ٹرانزسٹر کو مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں رکھا گیا ہے۔ اسی شکل کو استعمال کرتے ہوئے کرشیجوف وولٹیج لاء کو آوٹ پٹ سرکٹ کے لئے ہمیں یہ حاصل ہوتا ہے۔



Source:https://mytech-info.com/common-emitter-configuration/

جس میں npn ٹرانزسٹر کو مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں رکھا گیا ہے۔

شکل (5.1)

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \qquad \text{----------(5.1)}$$

ہم یہ بھی لکھ سکتے ہیں کہ

$$\mathrm{I_C} = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} \qquad \text{----------(5.2)}$$

یہ نوٹ کریں کہ مساوات(5.2) I_C اور V_{CE} کے درمیان ایک سیدھی لائن ہے۔ جسمیں $\frac{-1}{RC}$ ڈھال ہے اور V_{cc}/R_c ایک مستقل ہے۔ یہ بھی نوٹ کرین کہ ان پٹ سرکٹ میں کوئی سگنل لاگو نہیں ہے اور ان پٹ اور آوٹ پٹ دونوں سرکٹس میں لگائے گئے وولٹیجز صرف ڈی سی وولٹیج ہیں۔

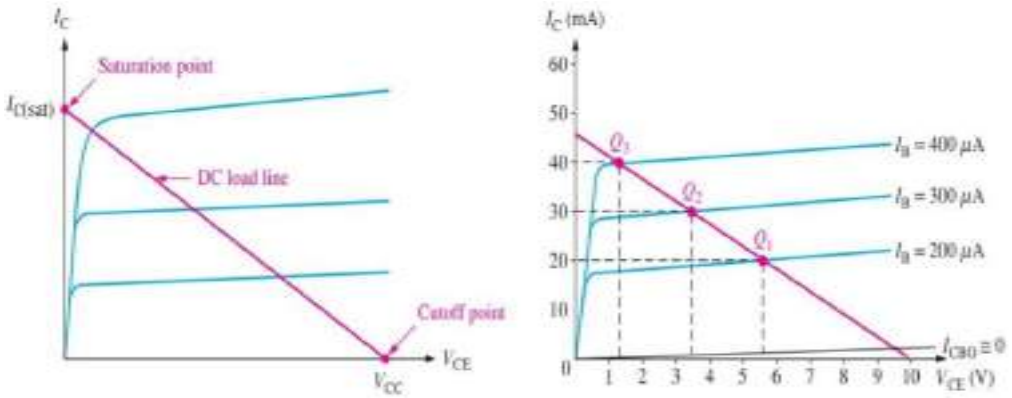
شکل نمبر(5.1) میں مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں ٹرانزسٹر کی آوٹ پٹ خصوصیات پر مساوات(5.1) کے ذریعے دی گئی سیدھی لائن کا گراف دکھاتی ہے۔ نوٹ کریں کہ مساوات(1) سے ہم سیدھی لکیر پر دو پوائنٹ کو اس طرح بیان کر سکتے ہیں۔

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} \; for \; V_{CE} = 0$$

اور

$$V_{CE} = V_{CC} \; for \; I_C = 0$$

جب ہم آوٹ پٹ کی خصوصیات پر ان دو پوائنٹ کو جوڑتے ہیں گراف پر مساوات(5.1) یا(5.2) کے ذریعہ دی گئی سیدھی خط ملتی ہے۔ اس لائن کو لوڈ لائن کہا جاتا ہے کیوں کہ اس کی تعریف آوٹ پٹ سرکٹ میں لوڈ کی مزاحمت کی قدر سے ہوتی ہے۔ آپ نے دیکھا ہو گا کہ لوڈ لائن کی ڈھوالن کا تعین لوڈ کی مزاحمت کی قدر سے ہوتا ہے۔ یہ بھی ہے کہ لوڈ لائن ایک دیئے گئے لوڈ مزاحمت کے لئے فعال ریجن میں ٹرانزسٹر کے آپریٹنگ حالات کی وضاحت کرتی ہے۔



Source:https://www.theengineeringknowledge.com/transistor-dc-operating-point/

مشترکہ ایمیٹر میں ٹرانزسٹر کی آوٹ پٹ خصوصیات

شکل(5.2)

مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں ٹرانزسٹر کے آپریٹنگ پوائنٹ کی وضاحت بغیر ان پٹ سگنل کے آوٹ پٹ وولٹیج V_{CE} آوٹ پٹ کرنٹ I_C اور ان پٹ کرنٹ I_B سے ہوتی ہے۔ اسے پر سکون نقطہ یا کیو Q پوائنٹ بھی کہا جاتا ہے۔ Q پوائنٹ کا مطلب خاموش، آرام کرنا، غیر فعال یا ساکن ہونا۔

ٹرانزسٹر پائسنگ کے طریقے:

ٹرانزسٹر کی بہترین کارکردگی کے لئے ہمیں اس کے ان پٹ اور آؤٹ سرکٹس میں قطبیت کے مناسب بیرونی وولٹیج لگانے کی ضرورت ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ ٹرانزسٹر کا آپریشن اس کے بیس کرنٹ، کلکٹر کرنٹ، ان پٹ اور آؤٹ پٹ وولٹیجز پر منحصر ہے۔ لہٰذا ہم ہمیشہ یہ یاد رکھ سکتے ہیں کہ:

"ٹرانزسٹر بیاسنگ ٹرانزسٹر پر مناسب ڈی سی وولٹیج لگانے کا عمل ہے۔"

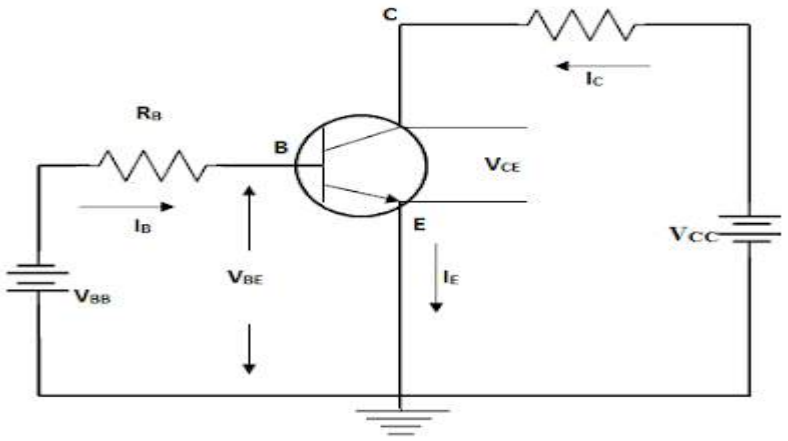
ٹرانزسٹر پر لگائی جانے والی وولٹیج ایسی ہوئی چاہیں کہ ٹرانزسٹر بہترین کارکردگی کرے۔ یہاں تک کہ جب لاگو وولٹیج میں تھوڑی سی تبدیلی میں واقع ہو۔ ہم جانتے ہیں کہ آوٹ پٹ اور ان پٹ سرکٹس میں آپریٹنگ وولٹیجز اور کرنٹ ٹرانزسٹر کے آپریٹنگ پوائنٹ یاQ پوائنٹ کی وضاحت کرتے ہیں۔

آیئے اس شکشن میں مشترکہ ایمیٹر کنکشن کے لئے تین بائینگ طریقوں میں بحث کریں گے یعنی مکسڈ یانس، سیلف بیاس اور آفاقی بیاس۔

5.3 مشترکہ ایمیٹر سرکٹ کے لئے بیاسنگ (Bias Circuit for Common Emmiter)

آیئے اس شکشن میں مشترکہ ایمیٹر کنکشن کے لئے تین بائینگ طریقوں میں بحث کریں گے یعنی مکسڈ یانس، سیلف بیاس اور آفاقی بیاس۔

1. **فکسڈ بیاس:**



Source:https://mytech-info.com/common-emitter-configuration/

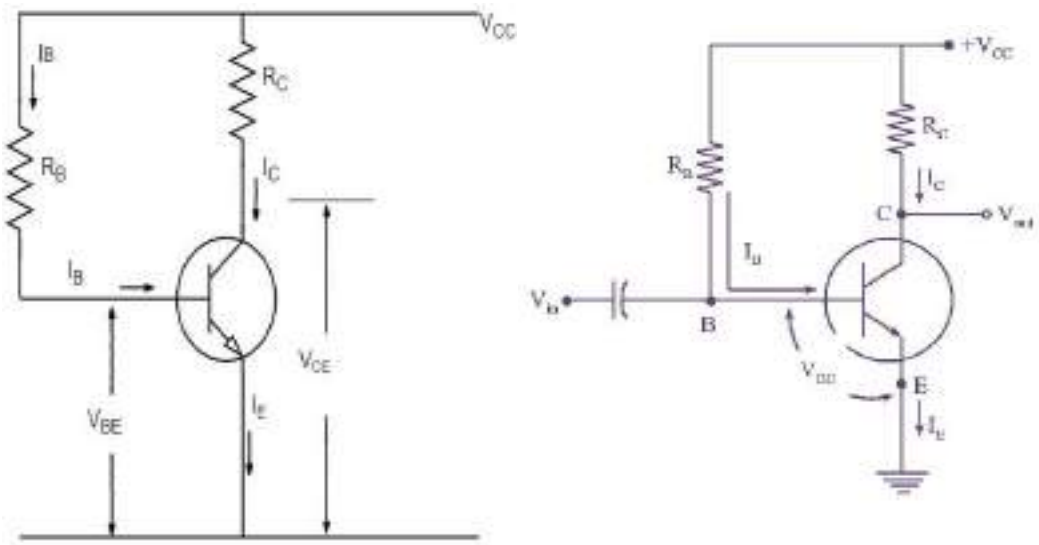
شکل(5.3):ٹرانزسٹر کے لئے مشترکہ ایمیٹر کنکشن

فکسڈ بیاس کو بیس بیاس بھی کہا جاتا ہے جس میں ٹرانزسٹر کے بیس کرنٹ I_B کو V_{CC} کی دی گئی اقدار کے لئے مستقل رکھا جاتا ہے۔ یہ ایک مستقل مزاحمت R_B کو جوڑ کر کیا جاتا ہے۔ ان پٹ سرکٹ میں R_B ایک اعلیٰ مزاحمت ہے R_B کی مناسب قیمت منتخب کر کے ہم سیٹ کر سکتے ہیں ان پٹ بیس کرنٹ اور آؤٹ پٹ کلکٹر کرنٹ کی مطلوبہ قدریں۔

تاہم عام طور پر ایک ہی مزاحمت R_B کا استعمال کرتے ہوئے فکسڈ بیاس طریقہ کا استعمال ٹرانزسٹر کی بہتر کارکردگی کے لئے نہیں کہا جاتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ بائینگ وولٹیجز اور ٹرانزسٹر آپریشن کے دوران کرنٹ مستحکم نہیں رہتے ہیں اور Q پوائنٹ غیر مستحکم ہے۔

2. سیلف بیاس:

سیلف بیاس کا طریقہ جیسے کلکٹر فیڈ بیاک بھی کہا جاتا ہے۔ جہاں بیس مزاحمت R_B کو سپلائی وولٹیج کی بجائے کلکٹر سے جوڑا جاتا ہے جیسے شکل نمبر (5.4) میں دکھایا گیا ہے۔ اس صورت میں اگر بیٹا β_{dc} کسی وجہ سے بڑھتا ہے جیسے درجہ حرارت میں فرق تو پھر کلکٹر کرنٹ I_C بڑھیگا اس کے نتیجے میں R_C میں وولٹیج کی بڑی کمی واقع ہوگی۔ لہٰذا کلکٹر وولٹیج کم ہو جائے گا۔ اس حالت میں کلکٹر کرنٹ، بیٹا β میں تغیر کی وجہ سے ہونے والے اضافے کو درست کرتے ہوئے کم کر دیگا۔ اس قسم کا بیاسنگ کچھ زیادہ مؤثر ہے جو کہ استحکام کو بہتر بناتا ہے۔ تاہم آپریٹنگ پوائنٹ، سرکٹ میں تبدیلیوں کے لئے حساس ہے۔ لیکن یہ فکسڈ بیاس سرکٹ سے بہتر ہے۔



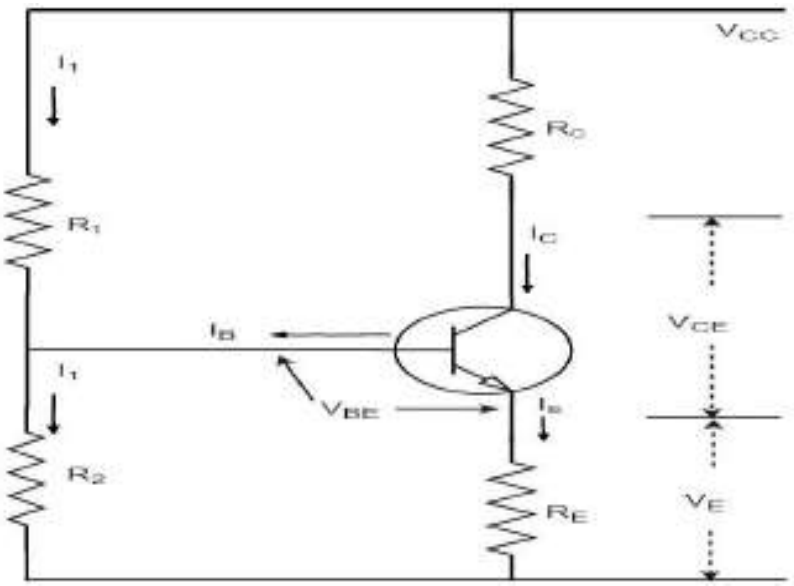
Source:https://electricalworkbook.com/transistor-biasing/,
https://www.tutorialspoint.com/amplifiers/methods_of_transistor_biasing.htm

(npn)ٹرانزسٹر میں مشترکہ ایمیٹر کنکشن

شکل(5.4)

3. یونیورسل بیاس یا آفاقی بیاس:

یونیورسل بیاس ایک طریقہ ہے جو ٹرانزسٹر کے لکیری آپریشن کے لئے سب سے زیادہ استعمال ہوتا ہے۔ اسے وولٹیج ڈیوائیڈر سرکٹ کے نام سے بھی جانا جاتا ہے کیونکہ مزاحمت R_1 اور R_2 وولٹیج ڈیوائیڈر بناتا ہے۔ شکل (5.5)۔ اس بیاسنگ طریقے میں صرف ایک بیاٹری یا dc پاور سورس درکار ہے۔ یہ چار مزاحمتوں کو استعمال کرتا ہے اور ایک مستحکم آپریٹنگ پوائنٹ کو فراہم کرتا ہے۔



Source:https://www.tutorialspoint.com/amplifiers/methods_of_transistor_biasing.htm

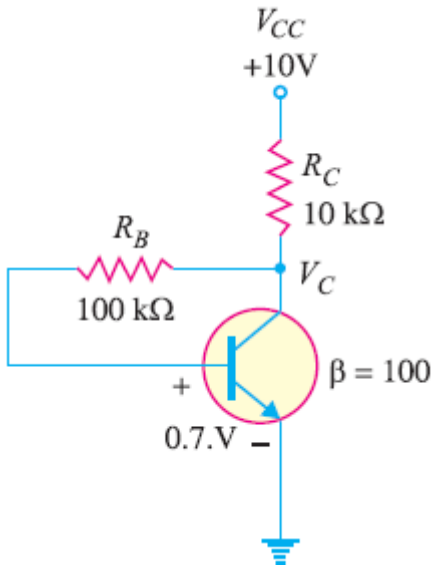
(npn)ٹرانزسٹر میں مشترکہ ایمیٹر کنکشن

شکل (5.5)

5.4 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

ڈی سی تلاش کریں۔ شکل تصویر 15 میں دکھائے گئے کلکٹر فیڈبیک بائیسنگ سرکٹ کے لیے تعصب کی قدریں۔ سرکٹ درجہ حرارت کے تغیرات کے خلاف ایک مستحکم Q پوائنٹ کیسے برقرار رکھتا ہے؟



شکل(5.6)

حل: ایک ریور سیبل انجن کی استعداد

$$I_C = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{\frac{R_E + R_B}{\beta + R_C}}$$

$$I_C = \frac{10V - 0.7V}{\frac{0 + 100k\Omega/100}{100 + 100k\Omega}}$$

$$I_C = \frac{9.3V}{11k\Omega}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

$$V_{CE} = 10V - 0.845mAX10k\Omega$$

$$V_{CE} = 10V - 8.45V = 1.55V$$

کیو پوائنٹ کا استحکام :

ہم جانتے ہیں کہ β درجہ حرارت کے ساتھ براہ راست مختلف ہوتا ہے اور VBE درجہ حرارت کے ساتھ الٹا مختلف ہوتا ہے۔ درجہ حرارت کے طور پر اوپر جاتا ہے، β اوپر جاتا ہے اور VBE نیچے جاتا ہے۔ β میں اضافہ (βIB =) IC کو بڑھاتا ہے۔ VBE میں کمی آئی بی میں اضافہ کرتی ہے جس کے نتیجے میں IC میں اضافہ ہوتا ہے۔ جیسا کہ IC بڑھانے کی کوشش کرتا ہے، (IC RC =) RC میں وولٹیج کا ڈراپ بھی بڑھنے کی کوشش کرتا ہے۔ یہ کلیکٹر وولٹیج VC کو کم کرتا ہے اور اس وجہ سے، RB بھر میں وولٹیج۔ RB میں کم وولٹیج IB کو کم کرتا ہے اور IC میں کوشش شدہ اضافہ اور VC میں کوشش شدہ کمی کو پورا کرتا ہے۔ نتیجہ یہ ہے کہ کلکٹر فیڈ بیک سرکٹ ایک مستحکم Q- پوائنٹ برقرار رکھتا ہے۔ معکوس عمل اس وقت ہوتا ہے جب درجہ حرارت کم ہوتا ہے۔

5.5 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- ٹرانزسٹر کی لوڈ لائن اور آپریٹنگ پوائنٹ: عام طور پر مختلف کلکٹر، ایمیٹر وولٹیجز کے لئے کلکٹر کرنٹ کا تعین کرنا ضروری ہوتا ہے۔ آؤٹ پٹ کی خصوصیات کو حاصل کرنے کے بعد کسی بھی مطلوبہ کلکٹر۔ ایمیٹر وولٹیج پر کلکٹر کرنٹ کا تعین کرنے کے لئے ایک طریقہ استعمال کیا جاسکتا ہے تاہم اس طرح کے مسائل کو حل کرنے کے لئے ایک زیادہ آسان طریقہ جسے لوڈ لائن طریقہ کہا جاتا ہے استعمال کیا جاسکتا ہے۔
- ٹرانزسٹر پر لگائی جانے والی وولٹیج ایسی ہوئی چاہیں کہ ٹرانزسٹر بہترین کارکردگی کرے۔ یہاں تک کہ جب لاگو وولٹیج میں تھوڑی سی تبدیلی میں واقع ہو۔ ہم جانتے ہیں کہ آوٹ پٹ اور ان پٹ سرکٹس میں آپریٹنگ وولٹیجز اور کرنٹ ٹرانزسٹر کے آپریٹنگ پوائنٹ یا Q پوائنٹ کی وضاحت کرتے ہیں۔

5.6 کلیدی الفاظ (Keywords)

- فکسڈ بیاس: فکسڈ بیاس کو بیس بیاس بھی کہا جاتا ہے
- Q پوائنٹ: مشترکہ ایمیٹر کنکشن میں ٹرانزسٹر کے آپریٹنگ پوائنٹ کی وضاحت بغیر ان پٹ سگنل کے آؤٹ پٹ وولٹیج V_{CE} آوٹ پٹ کرنٹ I_C اور ان پٹ کرنٹ I_B سے ہوتی ہے۔ اسے پر سکون نقطہ یا کیو Q پوائنٹ بھی کہا جاتا ہے۔

5.7 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

5.7.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. ٹرانزسٹر میں کلکٹر بیس جنکشن.....ہے۔
2. ڈی سی لوڈلائن پر تین مختلف Q پوائنٹس دکھائے گئے ہیں۔ اوپری Q پوائنٹ..... کی نمائندگی کرتا ہے۔
3. وولٹیج سے کیا مراد ہے۔
4. صحیح طریقے سے کام کرنے کے لیے، ٹرانزسٹر کے بیس ایمیٹر جنکشن کو کس جنکشن پر لاگو ریورس بائیس کے ساتھ آگے کی طرف متعصب ہونا چاہیے؟
5. لوڈلائن پر Q پوائنٹ کا تعین کرنے کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔
6. کل ایمیٹر کرنٹ.....ہے۔
7. .اگر ٹرانزسٹر ڈی سی لوڈلائن کے وسط میں کام کرتا ہے، تو موجودہ نفع میں کمی Q پوائنٹ کو حرکت دے گی۔
8. PNP سرکٹ کے ساتھ، سب سے زیادہ مثبت وولٹیج.....ہے۔
9. کلیکٹر کو بیان کرو۔
10. CB کنفیگریشن کو کس قسم کا فائدہ فراہم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے؟

5.7.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. ٹرانجسٹر کے آپریشن کے مختلف علاقے کیا ہیں؟
2. Q پوائنٹ کیا ہے؟
3. ٹرانزسٹر کا سیلف بائیس (یا) وولٹیج ڈیوائیڈ بائیس سرکٹ کیا ہے؟
4. فکسڈ تعصب کیا ہے؟
5. Q-Point پر چلنے والے ٹرانجسٹر کے استحکام کے عوامل کی وضاحت کریں؟

5.7.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. ضروری سرکٹ اور ویوفارم کے ساتھ، ٹرانجسٹر کی سوئچنگ خصوصیات کی وضاحت کریں۔

2. تفصیل سے وولٹیج گین، کرنٹ گین، ان پٹ امپیڈنس اور آؤٹ پٹ ایڈمٹینس کے لیے مساوات اخذ کریں کم فریکوئنسی ایچ پیرامیٹر ماڈل استعمال کرنے والے BJT کے لیے (a) CE کنفیگریشن (b) CB طریقے بیان کریں۔

5.7.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. ٹرانزسٹر سرکٹ میں، کلکٹر کا بوجھ 4 kΩ 4 ہے جبکہ خاموش کرنٹ (زیرو سگنل کلیکٹر کرنٹ) 1 ایم اے ہے۔ (i) آپریٹنگ پوائنٹ کیا ہے اگر (ii) $V_{CC} = 10$ V آپریٹنگ پوائنٹ کیا ہو گا اگر $RC = 5$ kΩ ؟
2. ایک ٹرانجسٹر 4 kΩ لوڈ اور $V_{CC} = 13V$ کا استعمال کرتا ہے۔ زیادہ سے زیادہ ان پٹ سگنل کیا ہے اگر $\beta = 100$ ؟ دی گئی $V_{knee} = 1V$ اور V_{BE} میں 1 V کی تبدیلی کلیکٹر کرنٹ میں 5mA ہے۔

5.8 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی6۔ افزوں گر

(Amplifiers)

اکائی کے اجزا

6.0	تمہید
6.1	مقاصد
6.2	افزوں گر
6.3	افزوں گر مبدل
6.4	بی جے ٹی افزوں گر
6.5	دو دروازوں سے ایک ٹرانزسٹر کی نمائندگی
6.6	سی ای افزوں گر کے مبدل
6.7	سی ای افزوں گر کے تعدد کا جوابی تاثر
6.8	حل شدہ مثالیں
6.9	اکتسابی نتائج
6.10	کلیدی الفاظ
6.11	نمونہ امتحانی سوالات
6.11.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
6.11.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
6.11.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
6.11.4	غیر حل شدہ سوالات
6.12	تجویز کردہ اکتسابی مواد

6.0 تمہید (Introduction)

ایک یمپلیفائر، الیکٹرانک یمپلیفائر یا (غیر رسمی طور پر) amp ایک الیکٹرانک ڈیوائس ہے جو سگنل کی شدت کو بڑھا سکتا ہے (وقت کے لحاظ سے مختلف وولٹیج یا کرنٹ)۔ یہ ایک دو بندرگاہ والا الیکٹرانک سرکٹ ہے جو اپنے ان پٹ ٹرمینلز پر لگائے جانے والے سگنل کے طول و عرض (وولٹیج یا کرنٹ کی وسعت) کو بڑھانے کے لیے پاور سپلائی سے برقی طاقت کا استعمال کرتا ہے، جس سے اس کے آؤٹ پٹ پر متناسب طور پر زیادہ طول و عرض کا سگنل پیدا ہوتا ہے۔ ایمپلیفائر کے ذریعہ فراہم کردہ پروردن کی مقدار اس کے حاصل سے ماپا جاتا ہے: آؤٹ پٹ وولٹیج، کرنٹ، یا ان پٹ کی طاقت کا تناسب۔ ایک یمپلیفائر ایک سرکٹ کے طور پر بیان کیا جاتا ہے جس میں ایک سے زیادہ طاقت حاصل ہوتی ہے۔

الکٹرانک سرکٹوں میں افزونیت ایک بہت ہی عام طریق عمل ہے جس سے ہر ایک کو سابقہ پڑتا ہے۔ ایک افزوں گر ایسا برقی سرکٹ ہے جو ایک سگنل کے لیول کو اونچا کر دیتا ہے۔ ان پٹ کو دیے ہوئے ایک چھوٹے سگنل پر ایسا عمل کیا جاتا ہے کہ آؤٹ پٹ پر بالکل اس کے مشابہ لیکن مقدار میں اس سے بڑا سگنل مہیا ہو جائے۔

ٹرانزسٹر افزوں گر سرکٹس کی جماعت بندی اس کے اساجزاء کے مطابق کی جاتی ہے جو اس کے ان پٹ اور آؤٹ پٹ ادوار کے مابین مشترک رہتا ہے اس لحاظ سے اس کی ترتیبیں ممکن ہیں جو حسب ذیل ہیں۔ مشترکہ خارج کنندہ (Common emitter) سی ای مشترکہ قاعدہ (Common base)، سی بی (CB) مشترکہ محصل (Common Collector)، سی سی (CC)، مشترکہ خارج کنندہ سی ای افزوں گر ترتیب بہت زیادہ مقبول عام ہے۔ اس وجہ سے اس اکائی میں اسی ترتیب کا تجزیہ کیا جاتا ہے۔

6.1 مقاصد (Objectives)

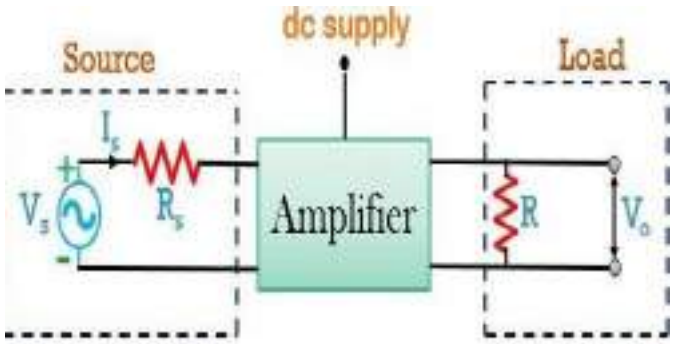
اس اکائی میں ہم:

- افزوں گر کے مفہوم اور افزوں گروں کی اقسام اور ان کی خصوصیات کو سمجھایا گیا۔
- مشترکہ خارج کنندہ افزوں گر کے اصول کارگردگی سے متعارف کراتی ہے۔

6.2 افزوں گر (Amplifiers)

افزونیت کی تکمیل پاور سپلائی کو ایک ایسے جز کے ذریعہ کنٹرول کر کے کی جاتی جس کو افزوں طلب سگنل کے ذریعہ ہی متحرک کیا جاتا ہے یا اکسایا جاتا ہے۔ شکل 6.1 میں اسی کو بتایا گیا ہے۔ حرروانی کھلمندن (Thermoionic valves) اور ٹرانسٹر اسے کنٹرول کرنے

والے بہت ہی عام اجزاء ہیں جنہیں ایک افزوں گر میں استعمال کیا جاتا ہے افزوں گر کے بارے میں یہ خیال کیا جاتا ہے کہ یہ سیاہ صندوق ہے جس میں دوان پٹ سرے، دو آؤٹ پت سرے اور ڈی سی پاور مہیا کرنے کے لئے ایک اور سرا موجود ہوتے ہیں جیسا کہ شکل 6.1 میں بتایا گیا ہے۔ سگنل جس کی افزونیت مطلوب ہو ڈی سی بھی ہو سکتا ہے یا اے سی وولٹیج ہو سکتا ہے یا کرنٹ۔ یہ لوڈ کو کچھ پاور عطا کرتا ہے۔ آؤٹ پٹ پاور کو ڈی سی پاور سپلائی سے اخذ کیا جاتا ہے نہ کہ سگنل کے مبدا ہے۔



Sorce:https://electronicscoach.com/amplifier-in-electronics.html

شکل(6.1):ایک افزوں گر کی کارکردگی

I/p = Input Signal ان پٹ سگنل

CE= Control Element کنٹرول کرنے والا جز

PS = Power Supply پاور سپلائی

O/p = Output Signal آؤٹ پٹ سگنل

افزوں گروں کی جماعت بندی:

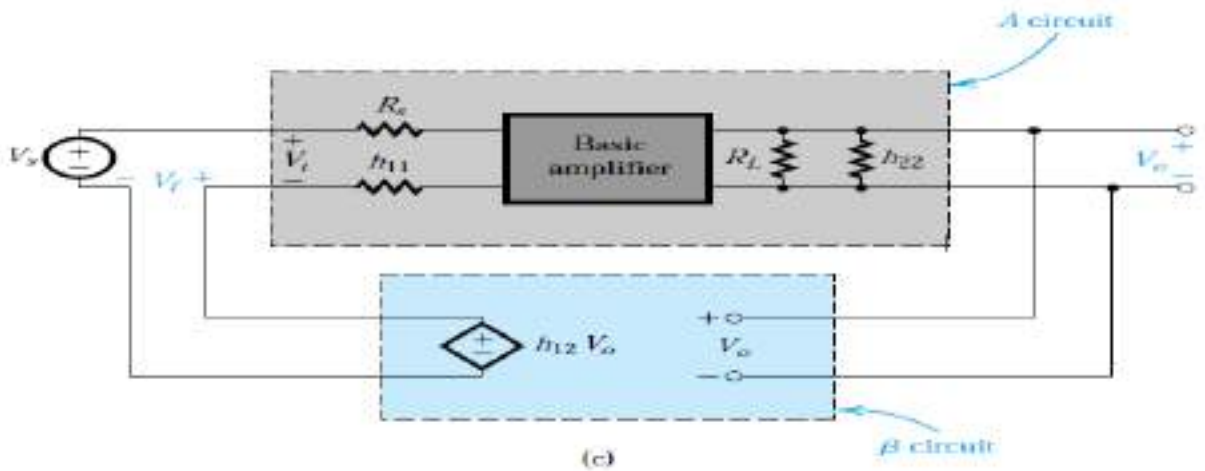
ایک افزوں گر میں استعمال ہونے والے برقی سرکٹ کی قسم کا انحصار افزوں طلب سگنل کی نوعیت اور افزونیت کی مطلوبہ مقدار پر ہوتا ہے۔ ان عوامل کی بنیاد پر افزوں گر سرکٹوں کی جماعت بندی کی جاسکتی ہے۔ متعدد مختلف جماعت بندیاں ممکن ہیں۔ اس سکشن میں ان ہی پر بحث کی گئی ہے۔ منتقلی فنکشن(Transfer function) پر مبنی جماعت بندی ایک افزوں گر کے ان پٹ اور آؤٹ پٹ کے درمیان تعلق منتقلی فنکشن کہلاتا ہے۔ ایک افزوں گر کا ان پٹ وولٹیج V_i یا ایک رو I_i ہوسکتے ہے۔ اس طرح سے اس کے آؤٹ پٹ وولٹیج V_0 اور I_0 ہوسکتے ہے۔ لہٰذا چار قسم کے افزوں گر ممکن ہیں۔ چار قسم کے افزوں گر اور ان کے افعال منتقلی جدول(6.1) میں بتائے گئے ہیں۔

جدول(6.1)

قسم	منتقلی کے افعال(A)	آؤٹ پٹ / ان پٹ
جماعت		
وولٹیج	$A_v = V_0/V$	
کرنٹ(رو)	$A_i = I_0/I_i$	
ماورآئے ایصالیت	$G_m = I_0/V_i$	
ماورآئے مزاحمت	$R_m = V_0/I$	

6.3 افزوں گر مبدل(Amplifier Parameters)

ذیل میں چند مبدل دیئے گئے ہیں جو افزوں گر کے طریق عمل کی اوصاف نگاری کرتے ہیں۔ وولٹیج کی افزائش آؤٹ پٹ وولٹیج V_0 اور ان پٹ وولٹیج V_i میں پائی جانے والی نسبت کو وولٹیج کی افزائش کہا جاتا ہے۔ ایک خاص تعداد کے سگنل کو افزوں گر کو بہم پہنچا کر اس کے آؤٹ پٹ وولٹیج کی پیائش سے وولٹیج کی افزائش کی پیائش کی جاسکتی ہے۔ جیسا کہ شکل(6.2) میں دکھایا گیا ہے۔



Source:https://electronics.stackexchange.com/questions/375657/series-shunt-feedback-analysis

افزوں گر کے مبدلوں(parameter) کی پیائش کے لیے تجربی ترتیب

شکل(6.2)

A=Amplifier افزوں گر

Vs = Source Signal سنگل کا مبداء

a) روکی افزائش:

اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ آؤٹ پٹ کرنٹ I_0 اور ان پٹ کرنٹ I_i میں پائی جانے والی نسبت ہے۔ اس کی پیمائش کے لیے بموجب شکل(6.4)ایک معلومہ کرنٹ l_i کو پہنچا کر آؤٹ پٹ کرنٹ I_0 کی پیمائش کی جاتی ہے۔

$$I = \frac{V_S - V_i}{R} \; and \; I_0 = V_0/R_L$$

$$A_i = \left(\frac{V_0}{V_S - V_i}\right)\left(\frac{R}{R_L}\right) \qquad \text{---------(6.1)}$$

b) پاور کی افزائش(Ap)

Avاور Aiکا حاصل ضرب پاور کی افزائش کہلاتا ہے آؤٹ پٹ پاور ہو جاتا ہے۔

$$P_{out} = {V_0}^2/R_L \qquad \text{--------(6.2)}$$

c) ان پٹ مزاحمت(R_1)

ان پٹ کے سروں میں دکھائی دینے والی مزاحمت ان پٹ مزاحمت کہلاتی ہے۔ $R_i = V_i/I_i$ شکل6.4 کی تجربی ترتیب سے اس کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔R کو یہاں تک تبدیل کیا جاتا ہے کہ ان پٹ کے سروں پر مبداء کے وولٹیج Vs کا نصف آجائے۔

$$R_i = \frac{V_i R}{V_S - V_i} = R \qquad \text{--------(6.3)}$$

d) آؤٹ پٹ مزاحمت(Ro)

اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ وہ مزاحمت ہے جو افزوں گر کے آؤٹ پٹ کو لگائے گئے جنریٹر کو دکھائی دیتی ہے جب کہ ان پٹ سروں کے گرد مبداء کی مزاحمت جوڑی جاتی ہے۔ فرض کیجئے کہ ایک کلوہرٹز پر ایک سگنل کو شکل(6.4) میں بتائے ہوئے افزوں گر کو بہم پہنچا کر، آؤٹ پٹ سروں کے گرد R_L کو جوڑ کر V_0 اور R_L کو منقطع کر کے R_∞ کے ذریعہ R_0 کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔

$$R_0 = \frac{V_\infty - V_0}{V_0} R_L \qquad \text{-------(6.4)}$$

پہلی صورت میں آؤٹ پٹ وولٹیج V_0 ہوتا ہے۔ $V_0 = I_0 \frac{R_0 R_L}{R_0 + R_L}$

جہاں I_0 آؤٹ پٹ کرنٹ ہے۔ R_0 اور R_L کی متوازی (parallel) ترکیب آؤٹ پٹ مقادمت ہے دوسری صورت ہیں۔ آؤٹ پٹ سروں کے کھلے سرکٹ کی شرائط کے تحت آؤٹ پٹ وولٹیج V_0 ہوتا ہے۔ $V_0 = R_0 I_0$ ان دوضابطوں سے ہمیں حاصل ہوتا ہے۔ $R_0 = \frac{V_\infty - V_0}{V_0}$ استعداد (n) (efficiency) = (f)

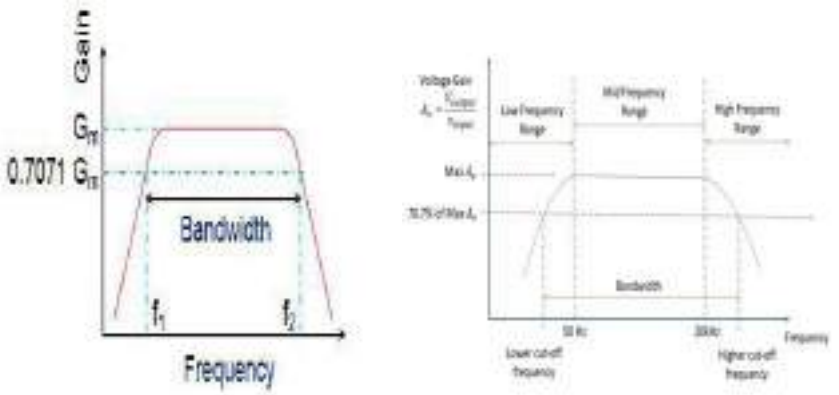
جیسا کہ اس سے قبل ذکر کیا جاچکا ہے۔ کہ ایک پاور افزوں گر ڈی سی پاور کو سگنل پاور میں تبدیل کرتا ہے۔ اس تبدیل کے لئے افزوں گر کی استعداد (n) ہوتی ہے۔

$$n = \frac{\text{سگنل پاور کی آر یم یس قیمت}}{\text{ڈی۔سی۔پاور}}$$

e) تعدد کا جوابی تاثر (Frequency response)

ایک مثالی افزوں گر کے تعدد کے جوابی تاثر کو شکل 6.5 میں دکھایا گیا ہے تعدد کے ایک معینہ رینج کے لئے افزوں گر کی افزائش مستقل رہتی ہے۔ یہ درمیانی تعدد کا رینج (Mid frequency range) کہلاتا ہے۔ فرض کیجئے کہ اس رینج میں افزائش A سے پست اور بلند تعددوں پر اس افزائش میں گراوٹ آجاتی ہے۔ پست تعددوں کی جانب کے اس تعدد کو جس کے لیے A درمیانی تعدد افزائش کے 0.707 گناتک گرتا ہے۔ f_L سے ظاہر کیا گیا ہے۔ بلند تعددوں کی جانب یہ تعدد f_H کے طور پر جانا جاتا ہے۔ f_L اور f_H علی ترتیب پست اور بلند کٹ آف تعدد کہے جاتے ہیں۔ پٹی کی چوڑائی کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ۔

$$BW = f_H - f_L \qquad \text{(پٹی کی چوڑائی)} \qquad \text{---------(6.5)}$$



Source:https://www.electronics-tutorials.ws/amplifier/frequency-response.html

https://www.polytechnichub.com/advantages-disadvantages-rc-coupled-amplifier/

شکل (6.3): ایک افزوں گر کے تعدد کا جوابی تاثر

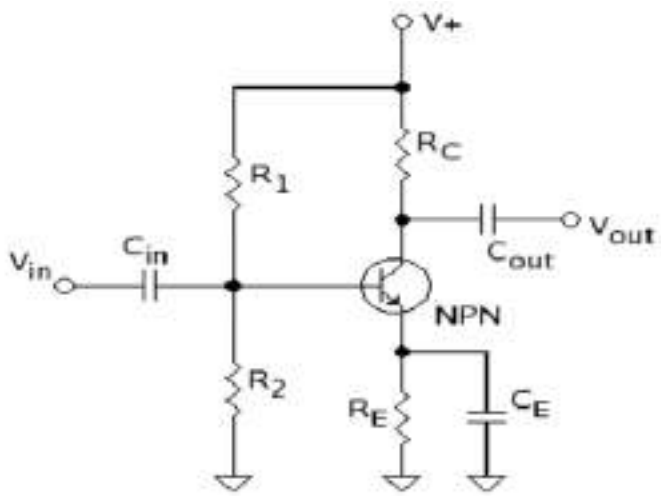
G=gain افزائش

$f_L, f_H = Half\ power\ point$ نصف پاور والے نقاط۔

پاور وولٹیج کے مربع کے متناسب ہوتا ہے لہٰذا جب A اس کی درمیانی تعدد کی قیمت کے 0.707 گنا تک گرتا ہے تو پاور میں اس کے درمیانی تعدد کے نصف تک گراوٹ آتی ہے۔ اس لئے f_L اور f_H نصف پاور کہلاتا ہے یہ 3dB نقاط بھی کہلاتے ہیں۔

6.4 بی جے ٹی افزوں گر (BJT Amplifier)

شکل 6.4 میں ایک واحد مشترکہ خارج کنندہ افزوں گر کو بتایا گیا ہے۔



Source:https://www.researchgate.net/figure/Schematic-for-basic-BJT-common-emitter-amplifier_fig1_224238646

شکل (6.4): سنگل اسٹیج کا بے جے ٹی افزوں گر

مزاحمتیں R_1, R_2, R_E اور R_L میلانی مزاحمتیں ہیں جنہیں کارگر نقطہ (Operating point) کے لئے ترتیب دینے کی ضرورت ہے۔ مکثفے C_i اور C_2 کو جوزک مکثفے کہا جاتا ہے۔ یہ راست کرنٹ کو بلاک کر دیتے ہیں یعنی سگنل کے مبداء اور لوڈ میں راست کرنٹ کے داخلے کو روک دیتے ہیں۔ مکثفہ C_B ضمنی گزر (bypass) والا مکثفہ کہلاتا ہے۔ کیوں کہ یہ سگنل تعدد دوں پر R_E کو قصیر (کوتاہ) کر دیتا ہے۔ (Shorts – out)

چھوٹے سگنلوں کے لئے افزوں گر کے طریق عمل کے تجزیہ کی خاطر ذیل کے اصولوں کو اختیار کرنا چاہئے۔

i. سرکٹ کا حقیقی خاکہ کھینچئے اور نقاط B (قاعدہ base)، C محصل (Collector) اور E خارج کنندہ (emitter) کے نشان لگائے۔

ii. ٹرانزسٹر کو اس کے ماڈل سے بدل دیجئے۔

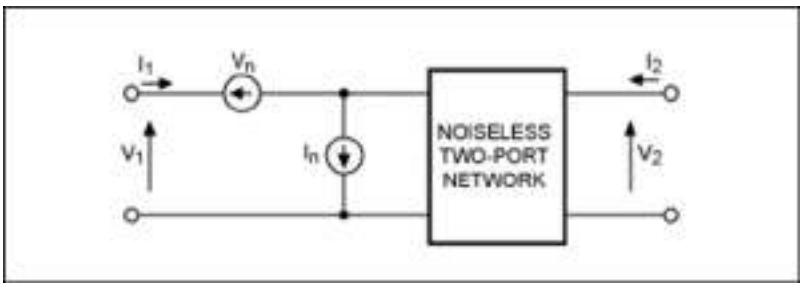
iii. تمام اجزاء (مزاحمتیں مکثفے اور سگنل کے مبداء) کو حقیقی دور سے معادل دور میں منتقل کر دیجئے۔

iv. ہم چوں کہ O نقطہ سے ہونے والی تبدیلیوں میں دلچسپی رکھتے ہیں، ہر ڈی سی مبداء کو اس کی اندرونی مزاحمت (internal resistance) سے بدل دیجئے۔ مثالی (ideal) وولٹیج مبداء کو ایک قصر دور (short-circuit) سے بدل دیجئے اور تمثیلی (ideal) کرنٹ مبداء کو ایک کھلے سرکٹ سے بدل دیجئے۔

v. کرخوف (Kirhoof) قوانین کے اطلاق سے حاصل ہونے والے خطی دور کا تجزیہ کیجئے۔ کسی بھی ترتیب کے لیے اوپر کا طریق عمل درست ہے۔ صرف ایک ہی تحدید ہے وہ یہ کہ وولٹیجوں اور رووں کو کم ہونا چاہئے تاکہ خطی عمل (Linear operation) حاصل ہو جائے۔

6.5 دو دروازوں سے ایک ٹرانزسٹر کی نمائندگی (Two – Port Representation of a Transistor)

ایک ٹرانزسٹر کے دو دروازے یعنی سروں کے دو جوڑے ہیں۔ سروں کے ان پٹ جوڑے (جس کو ان پٹ دروازہ (Input door) کہا جاتا ہے) پر سگنل کو عائد کیا جاتا ہے۔ سروں کے آؤٹ پٹ جوڑے (جس کو آؤٹ پٹ (Output port) کہا جاتا ہے) سے آؤٹ پٹ کو لیا جاتا ہے جیسا کہ شکل 6.5 میں بتایا گیا ہے۔ ایسے دو دروازوں والے آلے کی صراحت چار متغیروں سے کی جاتی ہے۔



Source:https://www.stg-maximintegrated.com/en/design/technical-documents/app-notes/3/3169.html

شکل (6.6): دو دروازوں سے اک ٹرانزسٹر کی نمائندگی

BB = Block box	بلاک صندوقچہ
11 = Input Port	ان پٹ دروازہ
22 = Output port	آؤٹ پٹ دروازہ

یعنی دو سگنل کرنٹس I_1 اور I_2 اور دو سگنل وولٹیجوں V_1 اور V_2 ان میں سے کوئی دو غیر تابع متغیروں کے طور پر اور مابقی متغیروں کے طور پر لیے جاسکتے ہیں۔اس سے مساواتوں کے متعدد جوڑے حاصل ہوتے ہیں جو ٹرانزسٹر کے طریق عمل کو بیان کرتے ہیں۔

ان پٹ کرنٹ I_1 کرنٹ اور آؤٹ پٹ وولٹیج V_2 کو غیر متغیر تصور کرتے ہوئے ہم لکھ سکتے ہیں۔

$$v_i = h_{11}i_1 + h_{12}v_2 \quad \text{اور} \qquad ---------(6.6)$$

$$i_i = h_{21}i_1 + h_{22}v_2 \qquad ----------(6.7)$$

یہاں پر

ان پٹ مقادمت جب کہ آؤٹ پٹ کو اے۔سی کے لیے قصر دور یعنی(Short - Circuit) کیا گیا ہو۔

$$h_{11} = \frac{v_i}{i_1}\Big| v_2 = 0 =$$

معکوس وولٹیج کی جزافرونیت(amplification factors)جب کہ ان پٹ کو۔

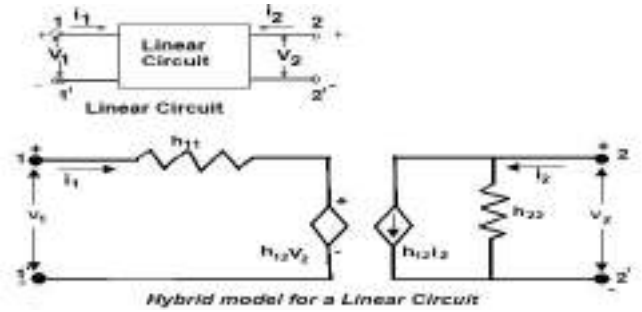
$$h_{12} = \frac{v_i}{i_2}\Big| i_1 = 0 =$$

اے۔سی کے لیے کھلا دور(Open Cercuited) کیا گیا ہے۔

$$h_{21} = \frac{i_2}{i_1}\Big| v_2 = 0$$

کرنٹ کی افزائش جب کہ آؤٹ پٹ کو اے سی کے لیے قصر دور کیا گیا ہے۔اور

$$h_{22} = \frac{i_2}{v_2}\Big| i_2 = 0 =$$



Source:https://www.daenotes.com/electronics/devices-circuits/hybrid-parameters

شکل(6.6):h مبدل پر مشتمل ایک ٹرانزسٹر کا معادل سرکٹ

آؤٹ پٹ کی ادخال(admittance)جب کہ ان پٹ کو اے سی کے لیے کھلا دورہ کیا گیا ہے۔

$h_{11}h_{12}h_{21}$اورh_{22}چوں کہ مختلف ابعاد کے ہوتے ہیں، انہیں h یا مخلوط(Hybrid)مبدل کہتے ہیں۔ متبدلوں (h-parameters)کی رقوم میں، ٹرانزسٹر کے معادل سرکٹ کو شکل6.6 میں بتایا گیا ہے۔

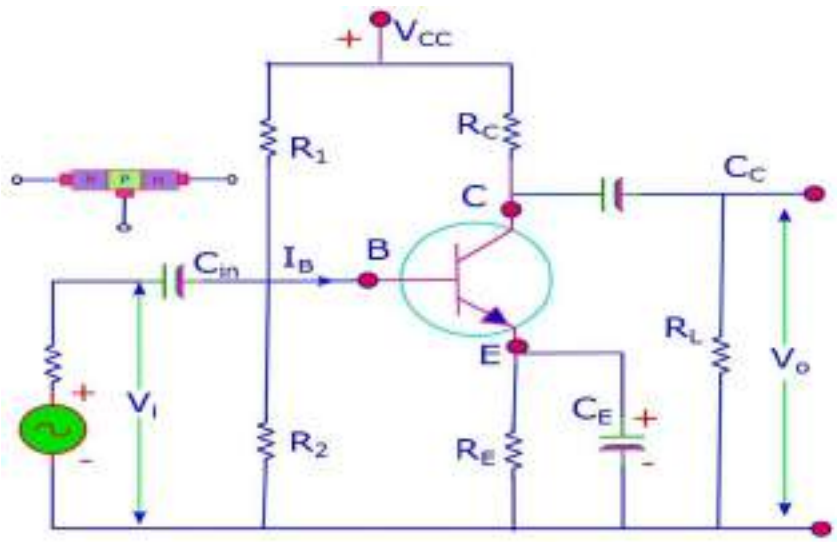
hمبدل(parameters)کے لیے عام مستعمل عددی علامات ہوتے ہیں۔

$$h_{22} = h_0 \text{اور} h_{11} = h_i: h_{12} = h_f;\ h_{21} = h_f$$

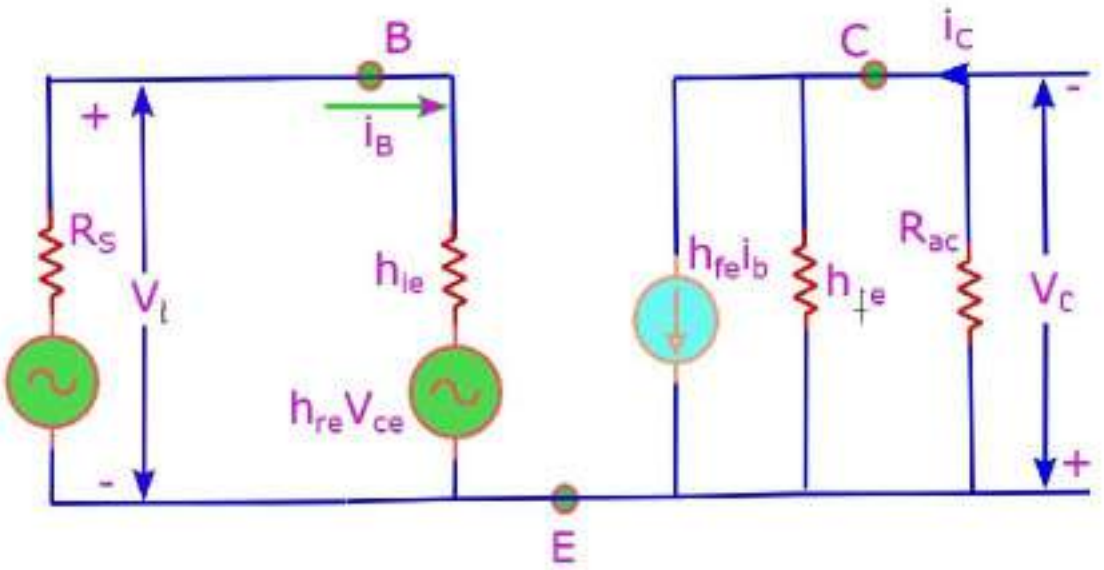
hiمیں i استعمال ہو رہا ہے ان پٹ کے لئے hr میں r سے نمائندگی ہوتی ہے الٹے(reverse)کی hf میں f پیش(فارورڈ)کو تعبیر کرتا ہے۔ اور hoمیں 0 نمائندگی کرتا ہے۔ آوٹ پٹ کی CE ترتیب کے لیے hi کے طور پر hie، hr کے طور پر hre اور hf کے طور پر اور hfe اور ho کے لیے hoe لکھے جاتے ہیں۔

6.6 سی ای افزوں گر کے مبدل(Parameters of CE Amplifiers)

اگر ہم میلانی مزاحمتوں، جوڑک اور ضمنی گزرگنفوں کو شامل نہ کریں تو شکل 7.1 میں بتایا گیا مشترک۔ خارج کنندہ افزوں گر کا برقی دور گھٹ کر شکل6.7 میں بتائے ہوئے برقی دور کی شکل اختیار کرتا ہے۔



شکل(6.7)



Source:https://mdashf.org/2020/05/04/single-stage-ce-amplifier-lecture-xxi-and-xxii/

شکل(6.8): سی ای افزوں گر سیدھا سادہ برقی دور (تقریبی ماڈل کا معادل برقی دور)

تعدد کا ایک رینج ایسا ہو گا جس کے دوران افزوں گر کے تاثر پر ان اجزاء کا کچھ نہیں اثر ہوتا، ہم اس رینج کو درمیانی تعدد کے رینج(Mid frequency range)کے نام سے موسوم کرتے ہیں۔مکثفہ کے گنجائشی اثرات کی وجہ سے درمیانی مقصد کے اس رینج کے ہر ایک جانب افزائش میں گراوٹ آجاتی ہے۔مکثفوں کے ان اثرات پر بعد میں بحث کی جائے گی۔

شکل6.8 سی ای افزوں گر کا اظہار کرتی ہے جس میں ٹرانزسٹر کو شکل7.4 میں بتائے ہوئے تقریبی ماڈل سے بدل دیا گیا ہے۔شکل 6.7 میں بتائے ہوئے معادل دور کو استعمال کرتے ہوئے وولٹیج کی افزائش کرنٹ کی افزائش، ان پٹ مزاحمت اور آؤٹ پٹ مزاحمت کی قیمتوں کو معلوم کیا جاسکتا ہے۔

a) کرنٹ کی افزائش(A)

$$A_i = \frac{I_L}{I_b} = -\frac{I_e}{I_b}$$

لیکن $I_C = h_{fe} I_b$

$$\therefore A_i = -h_{fe} \qquad \text{---------(6.8)}$$

b) ان پٹ مزاحمت (R_i)

شکل 6.7 میں مزاحمت R_S سے سگنل کے مبداء کی مزاحمت کی تعبیر ہوتی ہے۔ ٹرانزسٹر کے ان پٹ سروں Bاور E کے اندر دیکھنے پر جو مزاحمت ہمیں دکھائی دیتی ہے وہ افزوں گر کی ان پٹ مزاحمت R_i ہوتی ہے یا

$$R_i = \frac{V_b}{I_b} = h_\infty \qquad \text{--------(6.9)}$$

c) وولٹیج کی افزائش(Av)

آؤٹ پٹ وولٹیج V_C کو ان پٹ وولٹیج V_b سے جو نسبت ہوتی وہ نسبت A_v کہلاتی ہے جس کی قیمت ہو گی۔

$$A_v = \frac{V_C}{V_b} = \frac{I_L R_L}{I_b h_\infty}$$

$$= A_i \frac{R_L}{R_i} \qquad \text{--------(.6.10)}$$

$$= -\frac{h_{fe} R_L}{R_i} = -\frac{h_{fe} R_L}{h_\infty} \qquad \text{--------(.6.11)}$$

d) آؤٹ پٹ مزاحمت (R_0)

تعریف کی رو سے آؤٹ پٹ مزاحمت R_0 وولٹیج کے مبداء کو صفر پر ترتیب دینے سے اور لوڈ مزاحمت R_L کو لامتناہی کر دینے سے اور ایک جنریٹر V_2 سے آؤٹ پٹ سروں کو نکال دینے سے حاصل ہوتی ہے۔ اگر V_2 سے حاصل کی جانے والی رو I_2 ہو تو۔

$$R_0 = \frac{V_2}{I_2} \; with \; V_i = 0 \; and \; R_L = \infty \qquad \text{--------(6.12)}$$

$v = 0$ کے ساتھ شکل(7.5) ان پٹ کرنٹ I_b صفر ہے۔

$$I_2 = I_e = h_{fe}, I_b = 0$$

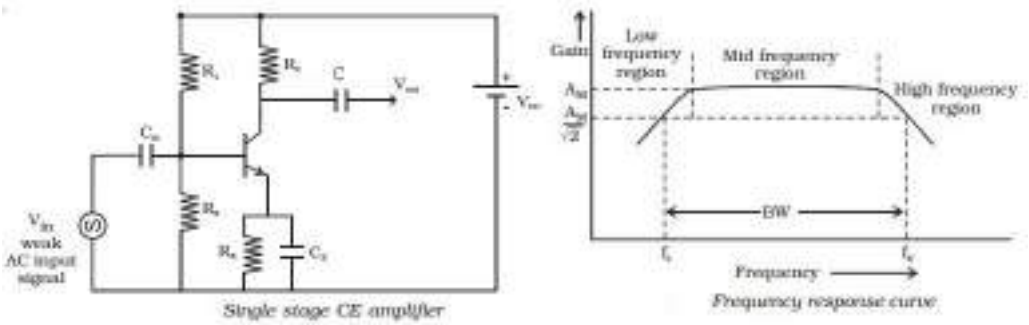
لہٰذا $$R_0 = \frac{V_2}{0} = \infty$$

سادہ h مبدل کے ماڈل کو استعمال کرنے سے سی ای افزوں گر مزاحمت کی آوٹ پٹ مزاحمت لامتناہی ہوتی ہے۔ اگر ہم لوڈ مزاحمت پر غور کریں تو یہ معمولی R_L ہوتی ہے۔

6.7 سی ای افزوں گر کے تعدد کا جوابی تاثر(Frequency Response of CE Amplifier)

ایک افزوں گر مرحلے کے لیے تعدد کی خصوصی منحنی کو تین منطقوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔ اس میں تعدد کا ایک رینج ہوتا ہے جس کے لیے افزائش مستقل رہتی ہے اس رینج کو درمیانی تعدد کا رینج کہتے ہیں گنجائشوں کو نظر انداز کرتے ہوئے سیکشن 6.9 میں جو خصوصیات حاصل ہوئیں تھیں ان کا تعلق اس درمیانی پٹی کی جماعت سے ہے مباحثہ کے مقصد کے لیئے فرض کیجئے کہ درمیانی پٹی کی افزائش

اکائی ہے یعنی $(A = 1)$ دوسرے پست تعدد منطقے میں افزائش کو کم کرنے کے لیے جو زک مکثفے ایک اہم حصہ ادا کرتے ہیں۔ اس مکثفے میں ان پٹ سگنل V_S قوہ کو تقسیم کرنے والے ایک برقی جال کو دیا جاتا ہے۔ یہ جال ایک مانع مکثفہ (Blocking Capacitors) اور افزوں گر کی رینج سے تعدد میں جیسے جیسے کمی ہوتی جاتی ہے۔ گنجائش تعاملیت میں اضافہ ہوتا جاتا ہے اس کے نتیجہ کے طور پر مانع مکثفہ میں زیادہ سے زیادہ گراوٹ آتی ہے۔



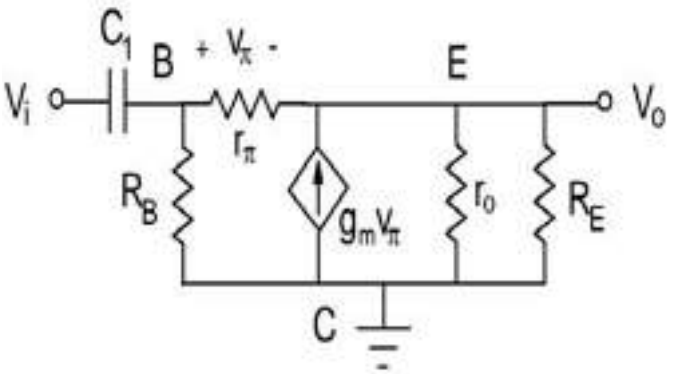
شکل (6.9): سی ای افزوں گر کے تعدد کا تاثر

LF = Low frequency region　　پست تعدد والا منطقہ

MF = Mild frequency region　　درمیانی تعدد والا منطقہ

HF = High frequency region　　اعلیٰ تعدد والا منطقہ

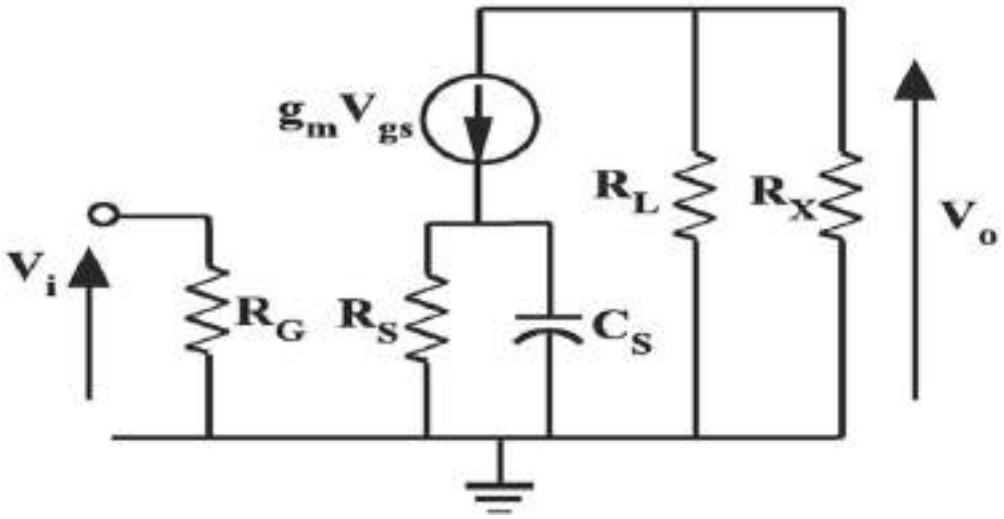
افزوں گر کو حاصل ہونے والے سگنل کو یہ کم سے کم بنا دیتا ہے۔ ڈی سی کی صورت یہ صفر تک پہنچ جاتا ہے۔



Source:https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-79375-3_6

شکل (6.10): پست تعدوں پر افزائش کی کمی

تیسرے (اعلیٰ تعدد والے) منطقے میں، درمیانی پٹی کے اوپر تعدد کے جوابی تاثر کی تخمین کرنے میں عاطف مکثفے اور تار ایک نمایاں حصہ ادا کرتا ہے۔ تب یہ دور ایک پست گزار فلٹر (Low – pass fitter) کے طور پر کام کرتا ہے جس کو شکل 6.10 میں بتایا گیا ہے۔ افزوں گر کا آؤٹ پٹ وولٹیج اس فلٹر کو فیڈ (feed) کرتا ہے۔ تعدد جیسے جیسے بڑھتا جاتا ہے۔ گنجائشی تعاملیت گھٹتے ہوئے آوٹ پٹ کو کم سے کم بنادتی ہے۔ آخر کار بہت بلند تعددوں پر یہ صفر بن جاتا ہے۔ تعدد کا مکمل تاثر کو شکل 7.6 میں بتایا گیا ہے۔



Source:https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-79375-3_6

شکل (6.11): بلند تعددوں پر افزائش میں کمی

6.8 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

ایمپلیفائر کے طور پر کام کرنے کے لیے بنائے گئے CE- ٹرانزسٹر پر غور کریں۔ 2 KΩ کی کلیکٹر ریزسٹنس میں آڈیو سگنل وولٹیج 2 وولٹ ہے۔ فرض کریں کہ ٹرانزسٹر کا موجودہ ایمپلیفیکیشن فیکٹر 100 ہے، اور بیس ریزسٹنس 1 KΩ ہے۔ ان پٹ سگنل وولٹیج اور بیس کرنٹ کا تعین کریں۔

حل:

Given $R_C = 2\ K\Omega = 2000\ \Omega$; $V_C = 2V$; $\beta_{ac} = 100$; $R_B = 1K\Omega = 1000\ \Omega$

Collector current, $I_c = V_c / R_c = 2/2000 = 1\ mA$

$$I_B = V_B / R_B = V_B / 1000 = V_B \text{ mA}$$

$$\beta_{ac} = 100 = I_C / I_B = 1 / V_B$$

$$V_B = 1 / 100 = 0.01 \text{ V}$$

$$\text{Therefore, } I_B = V_B \text{ m A} = 0.01 \ / \ 1000 = 10 * 10^{-6} \text{ A} = 10 \ \mu\text{A}.$$

حل شدہ مثال 2

2 ایمپلیفائر ایک سیریز میں جڑے ہوئے ہیں پہلے ایمپلیفائر کا وولٹیج حاصل 10 ہے، اور دوسرا 20۔ ان پٹ سگنل 0.01 V کے طور پر دیا گیا ہے۔ AC سگنل کے آؤٹ پٹ کا حساب لگائیں۔

حل: دیا ہے کہ

$$\text{Total voltage gain is } A_V = A_{V1} \text{ x } A_{V2} = \Delta V_o \ / \ \Delta V_i$$

$$\Delta V_o = \Delta V_i \text{ x } A_{V1} \text{ x } A_{V2} = 0.01 \text{ x } 10 \text{ x } 20 = 2\text{V}$$

6.9 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- ذیل میں چند مبدل دیئے گئے ہیں جو افزوں گر کے طریق عمل کی اوصاف نگاری کرتے ہیں۔ وولٹیج کی افزائش آؤٹ پٹ وولٹیج V_0 اور ان پٹ وولٹیج V_i میں پائی جانے والی نسبت کو وولٹیج کی افزائش کہا جاتا ہے۔
- افزائش (وولٹیج کرنٹ اور پاور) ان پٹ مزاحمت، آؤٹ پٹ مزاحمت استعداد اور تعدد کا تاثر، مختلف افزوں گروں کی اہم مبدل ہیں۔
- ٹرانزسٹر افزوں گر کی تین ممکنہ ترتیبوں کے منجملہ ایک بہت عام ترتیب سی ای افزوں گر ہے۔

6.10 کلیدی الفاظ (Keywords)

- افزوں گر: الکٹرانک سرکٹوں میں افزونیت ایک بہت ہی عام طریق عمل ہے جس سے ہر ایک کو سابقہ پڑتا ہے۔ ایک افزوں گر ایسا برقی سرکٹ ہے جو ایک سگنل کے لیول کو اونچا کر دیتا ہے۔
- آؤٹ پٹ مزاحمت (Ro): اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ وہ مزاحمت ہے جو افزوں گر کے آؤٹ پٹ کو لگائے گئے جنریٹر کو دکھائی دیتی ہے جب کہ ان پٹ سروں کے گرد مبداء کی مزاحمت جوڑی جاتی ہے۔

6.11 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

6.11.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. یمپلیفائر کی وضاحت کریں۔
2. inverting یمپلیفائر سے آپ کا کیا مطلب ہے؟
3. ترتیب کی بنیاد پر ایمپلیفائر کی درجہ بندی کیسے کی جاتی ہے؟
4. چھوٹے سگنل یمپلیفائر کی وضاحت کریں۔
5. سی ای ایمپلیفائر کی خصوصیات لکھیں۔
6. BJT میں اوپری کٹ آف فریکوئنسی کی کیا وجوہات ہیں؟
7. ٹرانجسٹر کی دو پورٹ ماڈل بنائیں۔
8. Non inverting یمپلیفائر سے کیا مراد ہے؟
9. ہائبرڈ پیرامیٹر سے آپ کا کیا مطلب ہے؟
10. CC یمپلیفائر کی خصوصیات لکھیں۔

6.11.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

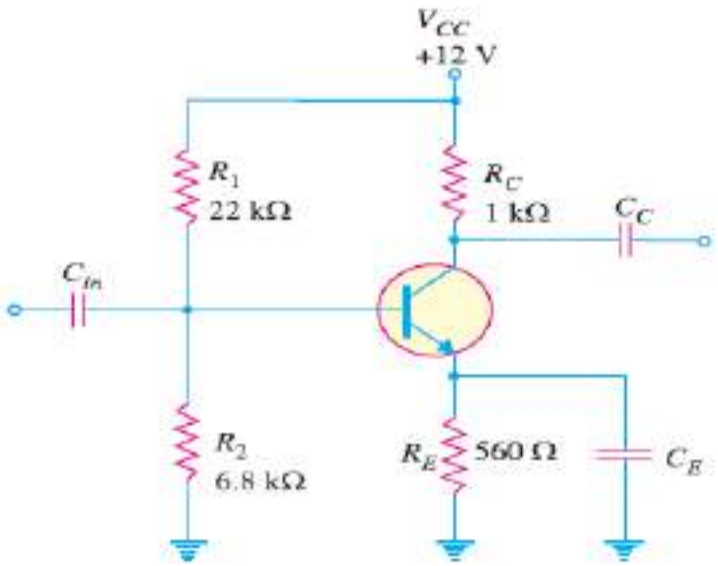
1. ہائبرڈ پیرامیٹرز سے آپ کا کیا مطلب ہے؟ وضاحت کریں۔
2. ٹرانجسٹروں کے چھوٹے سگنل تجزیہ میں شامل قدامات کی وضاحت کریں۔
3. ایمیٹر ریزسٹر کے ساتھ سی ای ایمپلیفائر کے تجزیہ کی وضاحت کریں۔
4. CB ایمپلیفائر کے تعمیراتی آپریشن اور تجزیہ کی تفصیل سے وضاحت کریں۔

6.11.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. آپ تفریق امپلیفائر سے کیا سمجھتے ہیں؟ سرکٹ ڈایاگرام بنائیں اور تفریق یمپلیفائر کے کام کی وضاحت کریں۔
2. سی ای ایمپلیفائر کے آپریشن اور اس کے ہائی فریکوئنسی مساوی سرکٹ کی تفصیل سے وضاحت کریں۔
3. یمپلیفائر کی درجہ بندی کیسے کی جاتی ہے؟ وضاحت کریں۔

6.11.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. اگر ایمپلیفائر 2 kHz سے 10 kHz تک فریکوئنسی رینج پر کام کرنا ہے تو تصویر 1 میں ایمیٹر بائی پاس کیپسیٹر کے لیے ایک مناسب قدر منتخب کریں۔



شکل (6.12)

2. ایک ایمپلیفائر میں وولٹیج کا اضافہ 132 اور $\beta = 200$ ہے۔ ایمپلیفائر کی پاور گین اور آؤٹ پٹ پاور کا تعین کریں اگر ان پٹ پاور $60\mu W$ ہے۔
3. ایک ایمپلیفائر، جب $2\ k\Omega$ ریزسٹر سے لوڈ ہوتا ہے، تو اس کا وولٹیج 80 کا ہوتا ہے اور کرنٹ کا فائدہ 120 ہوتا ہے۔ 1V کا آؤٹ پٹ وولٹیج دینے کے لیے ضروری سگنل وولٹیج اور کرنٹ کا تعین کریں۔ ایمپلیفائر کا پاور گین کیا ہے؟

6.12 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

---

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan

7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی 7۔ اہتزازیئے

(Oscillators)

اکائی کے اجزا

7.0		تمہید
7.1		مقاصد
7.2		بازافزائشی اہتزازیے طریقہ کار
7.3		برخائوسین کا معیار
7.4		وین کے پل والا اہتزازیہ
7.5		ہئیت کے شفٹ والا اہتزازیہ
7.6		کول پٹ کا اہتزازیہ
7.7		ہارٹلی کا اہتزازیہ
7.8		حل شدہ مثالیں
7.9		اکتسابی نتائج
7.10		کلیدی الفاظ
7.11		نمونہ امتحانی سوالات
	7.11.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	7.11.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	7.11.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
	7.11.4	غیر حل شدہ سوالات
7.12		تجویز کردہ اکتسابی مواد

7.0 تمہید(Introduction)

ایک الیکٹرانک آسکیلیٹر ایک الیکٹرانک سرکٹ ہے جو ایک متواتر، دوہری یا متبادل کرنٹ (AC) سگنل پیدا کرتا ہے، عام طور پر ایک سائن ویو، مربع لہر یا مثلث کی لہر، براہ راست کرنٹ (DC) سے چلتی ہے۔ ذریعہ Oscillators .بہت سے الیکٹرانک آلات میں پائے جاتے ہیں، جیسے ریڈیو ریسیور، ٹیلی ویژن سیٹ، ریڈیو اور ٹیلی ویژن براڈکاسٹ ٹرانسمیٹر، کمپیوٹر، کمپیوٹر کے پیری فیرلز، سیل فونز، ریڈار، اور بہت سے دوسرے آلات۔

Oscillatorsاکثر ان کے آؤٹ پٹ سگنل کی فریکوئنسی کی طرف سے خصوصیات ہیں :ایک کم تعدد آسکیلیٹر (LFO) ایک آسکیلیٹر ہے جو تقریباً20 ہرٹج سے کم تعدد پیدا کرتا ہے۔ یہ اصطلاح عام طور پر آڈیو سنتھیسائزرز کے میدان میں استعمال ہوتی ہے، اسے آڈیو فریکوئنسی آسکیلیٹر سے ممتاز کرنے کے لیے۔ ایک آڈیو آسکیلیٹر آڈیو رینج میں فریکوئنسی پیدا کرتا ہے، 20 ہرٹز سے 20 کلو ہرٹز۔ ریڈیو فریکوئنسی (RF) آسکیلیٹر آڈیو رینج سے اوپر سگنل پیدا کرتا ہے، عام طور پر 100 kHz سے 100 GHz کی حد میں۔ کرسٹل آسکیلیٹر الیکٹرانک آسکیلیٹر کی دو عام قسمیں ہیں: لکیری یا ہارمونک آسکیلیٹر، اور نان لائنر یا ریلیکسیشن آسکیلیٹر۔ دو قسمیں بنیادی طور پر مختلف ہیں کہ کس طرح دولن پیدا ہوتا ہے، اور ساتھ ہی پیدا ہونے والے آؤٹ پٹ سگنل کی خصوصیت میں۔

اہتزازیے کے آؤٹ پٹ وولٹیج (V_0) کے آؤٹ پٹ کے ایک جز (β) کی اس کے ان پٹ سرے پر ایک ایسے سرکٹ کے ذریعہ باز افزائش کی جاسکتی ہے جس کو باز افزائشی سرکٹ کہا جاتا ہے اور جو مزاحمت مکثفے کی ترکیب یا مکثفے۔ امالیت کی ترکیب پر مشتمل ہوتا ہے۔ باز افزائش کا نٹ ورک(network)افزوں گر کے اندر ان پٹ اور باز افزائشی وولٹیج کے درمیان تفاوت ہئیت(phase difference) کو شامل کرتا ہے۔ یہ تفاوت ہئیت تعدد پر منحصر ہوتا ہے۔ اگر یہاں باز افزائش مثبت ہو تو افزوں گر میں اہتزازات پیدا ہوتے ہیں۔ ان اہتزازات کو برقرار رکھنے کے لئے برخاوسین کی شرط کی تکمیل ضروری ہوتی ہے۔

ریڈیو(radio)تعدد کے اہتزازات پیدا کرنے کے لئے ایک L-C ترکیب کو افزوں گر کے دور میں ایک لوڈ(Load) کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔ اس ہم آہنگ(tuned)دور کے گمکی تعدد پر افزوں گر کی افزونی اعظم ترین ہوتی ہے۔ ہم آہنگ لوڈ کے گرد وولٹیج کے ایک حصے کی باز افزائش عمل میں آتی ہے۔ تاکہ اہتزازات حاصل کئے جاسکیں اس صورت میں A تعدد کا تفاعل حساس ہوتا ہے۔

Lاور C کو استعمال کرے۔ سمعی(Audio)تعدد پیدا کرنا بہت مشکل ہوتا ہے۔ کیوں کہ ان کی قیمتیں نا قابل عمل طور بڑی ہو جاتی ہے۔ لہٰذا ایک عملی افزوں گر کے باز افزائشی نٹ ورک میں R-C ترکی کو استعمال کیا جاتا ہے۔ دو ممکن اہتزازیہ ہیں۔(a) وین کا پل(Wein – bridge)اور(b)ہئیت کے شفٹ والے اہتزازیئے۔ ان پر اس اکائی میں بحث کی گئی ہے۔

7.1 مقاصد(Objectives)

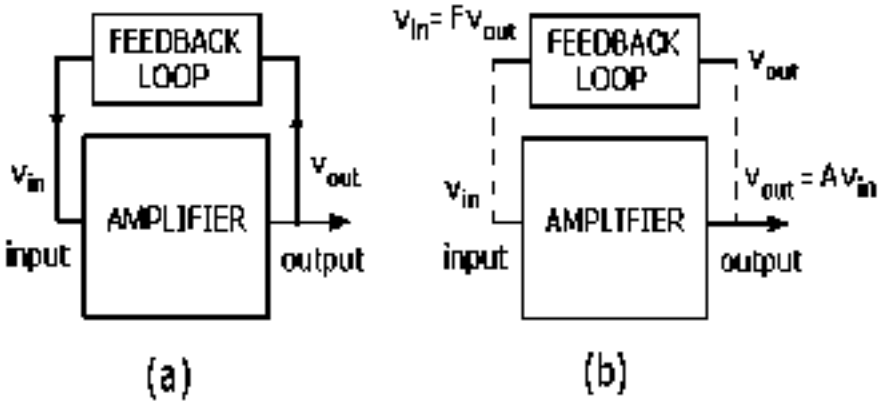
اس اکائی میں ہم:

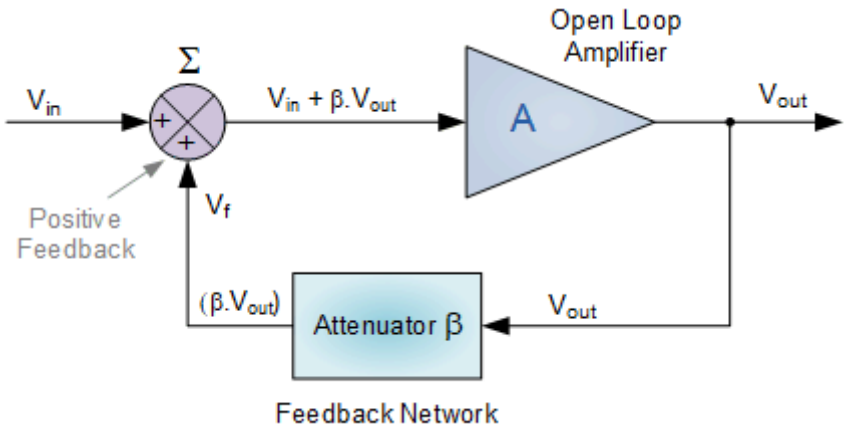
- باز افزائشی سرکٹ کو استعمال کر کے ایک افزوں گر کو ایک اہتزازیے میں تبدیل کرنے کے طریقے کو معلوم کریں گے۔
- اہتزازیوں میں اہتزازات کو برقرار رکھنے کے طریقے کو معلوم کریں گے۔
- RC اہتزازیے کے طریقے کو معلوم کریں گے۔
- اہتزازات کو برقرار رکھنے کے لئے برخاؤسین کے معیار کے حصول کے سلسلہ میں ایک عملی افزوں گر کے استعمال کا طریق کار کو معلوم کریں گے۔
- LC اہتزازیوں کے نظرئے اور ہارٹلی اور کول پٹ کے اہتزازیوں سے واقف کراتی ہے۔

7.2 باز افزائشی اہتزازیے طریقہ کار(Feed back of Oscilators)

ایک افزوں گر، دیئے گئے سگنل(signal) کو افزوں(amplify) کرتا ہے۔ افزوں گر کے طریق عمل میں تبدیلی لانے کے لئے "آؤٹ پٹ" وولٹیج کے ایک جز کی اس کے ان پٹ سرے پر باز افزائش کی جاسکتی ہے۔ اگر ان پٹ اور باز افزائشی وولٹیج ایک دوسرے کے ساتھ ہئیت میں ہوں تو ایسی باز افزائش مثبت باز افزائش کہلاتی ہے۔ مثبت باز افزائش کو اہتزازات پیدا کرنے کے لئے استعمال کیا جاسکتا۔

شکل 7.1 میں ایک افزوں گر کو فیڈ بیاک (باز افزائش) ترتیب کے ساتھ دکھایا گیا ہے۔ یہاں یہ فرض کیا گیا ہے کہ افزوں گر کی





Source:https://www.electronics-tutorials.ws/oscillator/oscillators.html

https://www.researchgate.net/figure/The-basic-oscillator-block-diagram_fig1_233547909

اہتزازات کے لیے باز افزائش(Feed back)کی ترتیب

شکل(7.1)

افزائش مستقل ہے۔ یہ ان پٹ اور آؤٹ پٹ وولٹیجوں کے درمیان ہیئت کا ایک 0^0 تا 180^0 شفٹ پیدا کرتا ہے۔ افزوں کے آؤٹ پٹ (AV_i) کو باز افزائش کے نٹ ورک سے مربوط کیا گیا ہے۔ باز افزائش کا نٹ ورک مزاحمت۔ مکثفے۔ یا مکثفے امالیت کی ترکیب پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ اس کو فراہم کے گئے وولٹیج میں ایک جز کی کمی لاتا ہے۔ اگر اس کا درآمدی وولٹیج V_c تو اس کا برآمدی وولٹیج βV_0 ہوگا۔ مزید یہ کہ اس سے گزرنے والے سگنل کی ہیئت کو یہ ہٹا دیتا ہے۔ ہیئت میں پیدا ہونے والا یہ شفٹ تعدد پر منحصر ہوتا ہے۔ ایک مخصوص تعدد پر ہیئت کی جملہ شفٹ صفر ہو جاتا ہے یا پھر 360^0 اس طرح باز افزائش کا نٹ ورک اہتزازات کے تعدد کا تعین کرتا ہے۔

اب ہم ایک خیالی تجربے پر غور کریں گے ۔ فرض کیجئے کہ شکل(7.1) کے بموجب افزائش حلقہ کھلا ہوا ہے ۔ یہاں سگنل (V_i) کی افزائش ہوگی اور اس سے افزوں گر کے آؤٹ پٹ سرے پر $A(V_i)$ حاصل ہوگا تب اس کو باز افزائش کے نٹ ورک میں سے گزارا جاتا ہے۔ باز افزائش کے نٹ ورک کا آؤٹ پٹ وولٹیج $\beta V_i = \beta AV_i$ ہوتا ہے۔ یہ باز افزائشی وولٹیج V_f کہلاتا ہے۔ V_f کی ہیئت میں V_i کے لحاظ سے شفٹ واقع ہوتی ہے۔ چوں کہ باز افزائشی نٹ ورک میں تعاملی (Reactive) عناصر موجود ہوتے ہیں۔ افزوں گر کی افزائش A اگر خاصی زیادہ ہوتی ہے۔ (جو کہ عام حالات میں ہوا کرتی ہے)۔ تو یہ ممکن ہوتا ہے کہ Vf کی مقدار کو Vi کی مقدار کے مساوی کر دیا جائے۔ ہم فرض کرتے ہیں کہ ہم اس حالت کو حاصل کر چکے ہیں۔

اگر Vi کے تعدد میں تبدیلی ہوتی ہے تو Vf کی ہیئت میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ کسی تعدد Vo پر (یا تعدد پر) Vf کی ہیئت Vi کی ہیئت کے مماثل ہو جاتی ہے۔ اس تعدد پر سارے حلقے (Loop) (جو افزائیدے اور باز افزائشی حلقے پر مشتمل ہوتا ہے) کے لئے ہیئت میں جملہ ہٹاؤ صفر ہوتا ہے۔ f_0 پر Vf اپنی مقدار اور ہیئت دونوں لحاظ سے Vi کے مماثل ہوتا ہے۔

اب اگر ہم بیرونی مبداء کو ہٹا دیتے ہیں اور افزوں گر کے ان پٹ سرے پر Vf کو جوڑتے ہیں تو یہ پہلے کی طرح اسی آوٹ پٹ سگنل کو فراہم کرتا ہے۔ کیوں کہ افزوں گر ان پٹ سگنل کے مبداء میں فرق نہیں کر سکتا یعنی یہ f_0 تعدد پر اہتزازات پیدا کرتا ہے۔

7.3 برخائوسین کا معیار (Barkhausen Criterion)

مذکورہ بالا خیالی تجربے کے نتیجے کو خلاصے کی شکل میں اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے۔

تعدد جس پر ایک اہتزازیہ کام کرتا ہے، تعدد ہوتا ہے جس کے لئے شامل شدہ جملہ ہئیتی ہٹاو قطعی طور پر صفر ہوتا ہے یا پھر 2π کا صحیح جز ضربی (Integral Multiple) ہے۔ جب کہ سگنل ان پٹ سروں سے ہو کر افزوں گر اور باز افزائشی نٹ ورک سے گزر کر پھر واپس ان پٹ سروں تک پہنچتا ہے۔

تعدد کے تعین کے لئے اس حالت کو معلوم کیا جاتا ہے جس میں حلقے کی افزائش اور (βA) ہئیت میں شفٹ صفر ہوتی ہے اوپر کی صراحت کردہ حالت تعدد کا تعین کرتی ہے بشرطئے کہ سرکٹ اہتزاز کرے۔ اہتزازات کو برقرار رہنے کے لئے ضروری شرط کو اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے۔

اہتزازیے کے تعدد پر اہتزازات کو برقرار رکھنے کے لیے افزوں گر کی افزائش کی مقدار اور باز افزائشی جز یعنی حلقے کی افزائش کی مقدار کا حاصل ضرب اکائی (Unity) کے مساوی ہونا چاہئے۔

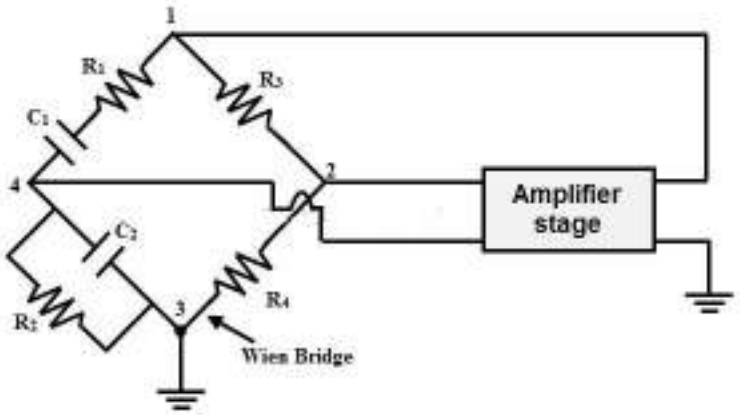
مذکورہ بالا دونوں شرائط کو علی الترتیب فیزر اور ملتف اعداد کی رقوم (Complex Numbers Notations) کو استعمال کر کے اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے۔

$$\beta A = 1\infty = 1 + jO \qquad \text{--------(7.1)}$$

اس کو اہتزازیے کے لئے برخاؤسین کا معیار کہا جاتا ہے۔

7.4 وین کے پل والا اہتزازیہ (Wein Bridge Oscillator)

مشہور وین کے پل والے اہتزازیے کے سرکٹ خاکے کو شکل 7.2 میں دکھایا گیا ہے۔ عملی اہتزازیہ بشمول R_2 اور R_1 کے مشہور غیر تعکس پذیر ترتیب بناتا ہے۔



Source:https://www.electronicshub.org/wein-bridge-oscillator/

شکل 7.2 وین کے پل والا اہتزازیہ

R-R اور ZL کی تشکیل کرتے ہیں۔ افزائش ہوتی ہے $A_v = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$ یہ اس کے ان پٹ اور آؤٹ پٹ کے درمیان کسی تفاوت ہئیت کو شامل نہیں کرتا۔

وولٹیج کے تقسیم کنندہ(divider) کے نٹ ورک پر جو Z_1 اور Z_2 پر مشتمل ہوتا ہے افزوں گر کے آؤٹ پٹ وولٹیج V_0 کی افزائش عمل میں آتی ہے۔ باز افزائش کی کسر ہوتی ہے۔

$$\beta = \frac{V_t}{V_0} = \frac{Z_2}{Z_1+Z_2} \qquad ------(7.2)$$

Z_1 اور Z_2 کی قیمتیں اس طرح ہوتی ہیں۔

$$Z_1 = R + \frac{1}{J\omega C} = \frac{1+j\omega CR}{j\omega C} \text{ اور} \qquad ----- \ (7.3)$$

$$Z_2 = \frac{R}{1+j\omega CR}\left(\because \frac{1}{Z_2} = \frac{1}{R} + j\omega C\right) \qquad --------(7.4)$$

مساوات (7.4) ہیں۔ Z_1 اور Z_2 کی قیمتیں درج کرنے سے ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\beta = \frac{1}{\frac{Z_1}{1+Z_2}} = \frac{1}{3+j\left(\omega CR - \frac{1}{\omega CR}\right)} \qquad -------(7.5)$$

چوں کہ A ایک حقیقی عدد ہے لہٰذا برخاؤسین کے معیار کی شرط مساوات (7.1) کی تکمیل کے لئے β کو بھی ایک عدد حقیقی ہونا چاہئے۔ (ہئیت کی صفر شفٹ) اس ک لیے مطلوب شرط یہ ہوتی ہے۔ کہ مساوات (7.5) میں موجود خیالی رقم (Imaginary Term) کے سر (Coefficient) کو صفر کے مساوی ہونا چاہئے۔

یعنی

$$\omega_0 CR = \frac{1}{\omega_0 CR} \; or \; \omega_0 = \frac{1}{CR}$$

$$\text{or} \qquad f_0 = \frac{1}{2\pi CR} \qquad \text{--------(7.6)}$$

اوپر کی مساوات یہ بتاتی ہے کہ صرف مذکورہ بالا تعدد ہی پر β ایک حقیقی عدد ہوتا ہے۔ اس تعدد پر اس کی قیمت پر ہوتی ہے۔

$$\beta = \frac{1}{3} \qquad \text{-------(7.7)}$$

اس شرط کی تکمیل کے لیے کہ $|\beta A_v| = 1$ ہو۔ جیسے Av کی افزائش کو تین (Three) ہونا چاہئے۔

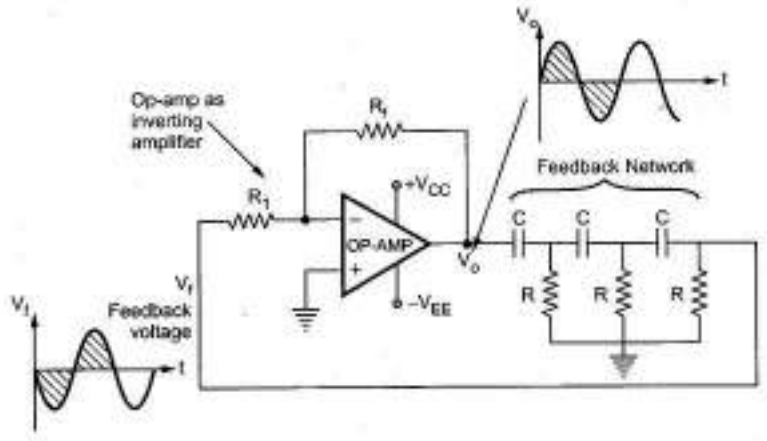
یعنی $$A_v = 3 = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$R_2 = 2R_1 \qquad \text{-------(7.8)}$$

یہی اہتزازوں کو برقرار رکھنے کی شرط ہے۔

عملی صورت حال میں R_2 ایک تھرمیسٹر (thermistor) ہو سکتا ہے۔ جس کی مزاحمت تپش میں اضافے کے ساتھ گھٹتی ہے۔ اس طرح یہ آؤٹ پٹ وولٹیج کو گھٹا دیتا ہے اور اس کی ایک مستقل سطح کو برقرار رکھتا ہے۔

7.5 ہئیت کے شفٹ والا اہتزازیہ (Phase Shift Oscillator)



R-C Phase shift oscillator using op-amp

Source:https://eeebooks4u.wordpress.com/2017/04/02/rc-phase-shift-oscillator-using-opamp/

شکل (7.3): ہئیت کے شفٹ والا اہتزازیہ PS کے شفٹ کانٹ ورک

ہئیت کے شفٹ والے اہتزازیے کے سرکٹ خاکے کو شکل 7.3 میں دکھایا گیا ہے۔ یہاں ایک تعکس پذیر ترتیب کو استعمال کیا گیا ہے۔ یعنی اہتزازیہ ایک ایسا آؤٹ پٹ پیدا کرتا ہے جو ان پٹ سے ہئیت میں 180^0 مختلف ہوتا ہے۔ ایک CR نٹ ورک کو استعمال کر کے مزید 180^0 کا ہئیتی شفٹ حاصل کیا جاتا ہے۔ افزوں گر کا آؤٹ پٹ اس کے نٹ ورک لیے ان پٹ کا کام کرتا ہے۔ اس کے آوٹ پٹ کی افزوں گر پر باز افزائش عمل میں آتی ہے۔

یہ بتایا جاسکتا ہے کہ نٹ ورک کی باز افزائش ذیل کے تعدد پر ایک 180^0 کے تفاوت ہئیت کو شامل کرتی ہے۔

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{6CR}} \qquad \text{------(7.9)}$$

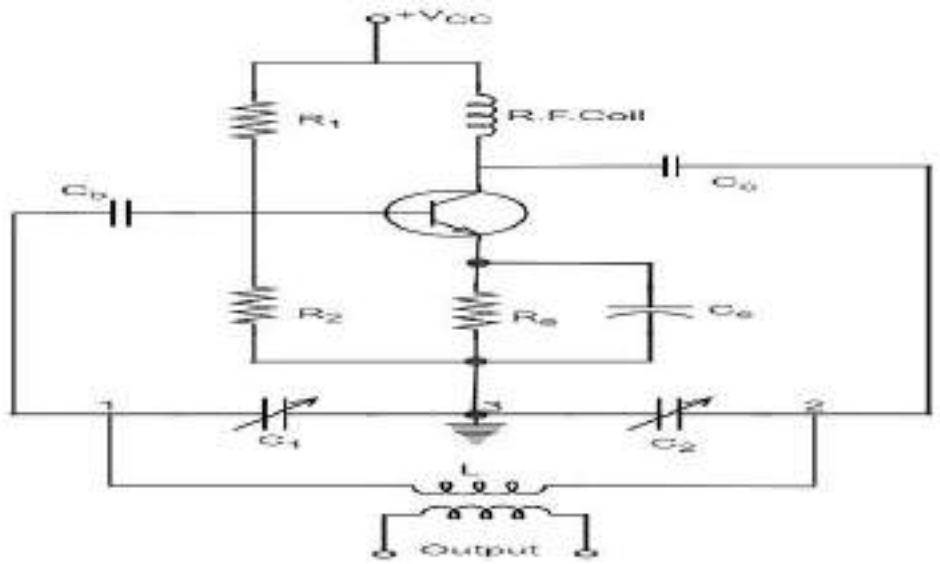
اور اس تعدد پر باز افزائش کے جز کی جو قیمت ہوتی ہے وہ ہے

$$|\beta| = \frac{1}{29} \text{------(7.10)}$$

$|\beta A_v| = 1$ بنانے کے لئے تعکس پذیر افزوں گر کی افزائش کو 29 کے مساوی بنانا چاہئے۔

یعنی $$A_v = \frac{R_2}{R_1} = 29 \qquad \text{-------(7.11)}$$

7.6 کول پٹ کا اہتزازیہ (Colpitts Oscillator)



Source:https://www.tutorialspoint.com/sinusoidal_oscillators/sinusoidal_colpitts_oscillator.htm

شکل (7.4): کول پٹ کا اہتزازیہ

کول پٹ کے اہتزازئے کے دوری خاکے کو شکل(15.2)میں دکھایا گیا ہے۔ یہاں ہم عملی افزوں گر کی تعکس پذیر ترتیب کو استعمال کرتے ہیں۔اس کی افزائش $A_V = \frac{R_f}{R_i}$ ہے۔ہم آہنگ دور L_1, C_1اور C_2 پر مشتمل ہوتا ہے جن کو موجب شکل 7.4 افزوں گر کے ان پٹ اور آؤٹ پٹ وولٹیجوں کے درمیان جوڑا جاتا ہے۔ آؤٹ پٹ وولٹیج V_0 کو C_2 کے گرد عائد عائد کیا جاتا ہے اور $C1$ کے گرد کے وولٹیج کی افزوں گر پر باز افزائشی عمل میں لائی جاتی ہے۔

یہ فرض کیا گیا ہے کہ ہم آہنگ سرکٹ کوئی مزاحمت نہیں رکھتا۔اس کے گمکی تعدد کو ذیل کی شرط سے ظاہر کیا جاتا ہے۔(جملہ مقادمت صفر ہے)۔

$$j\omega L + \frac{1}{j\omega C_1} + \frac{1}{j\omega C_2} = 0 \qquad \text{-------(7.12)}$$

$$j\omega L = -\frac{1}{j\omega}\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)$$

یا

$$\omega_0{}^2 = \frac{1}{L}\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right) \qquad \text{--------(7.13)}$$

یا

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC^1}} \qquad \text{------(7.14)}$$

جہاں $C' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ ہے۔اب ہم اس تعدد پر باز افزائش کو محسوب کریں گے۔اس کو یوں ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\beta = \frac{V_f}{V_0} = \frac{V_f}{V_t} \times \frac{V_t}{V_0} \qquad \text{-------(7.15)}$$

Vt ٹینک(Tank)کے دور کا وولٹیج ہے جس کو شکل(15.2)میں دکھایا گیا ہے۔

$$\frac{V_0}{V_t} = \frac{1/j\omega C_2}{1/j\omega C_1 + 1/j\omega C_2} = \frac{C_1}{C_1 + C_t} \qquad \text{------(7.16)}$$

اسی طرح:

$$\frac{V_f}{V_t} = \frac{1/j\omega C_1}{1/j\omega C_1 + 1/j\omega C_2} = \frac{C_1}{C_1 + C_t} \qquad \text{-------(7.17)}$$

مذکورہ بالا مساوات میں نفی کی علامت V_f اور V_t کے درمیان 180 تفاوت ہئیت کو ظاہر کرتی ہے۔ برخاؤ سین(Barkhausen)کے معیار کے اطلاق سے ہمیں حاصل ہوتا ہے:

$$\beta A_v = \left(\frac{C_2}{C_1+C_2}\right)\left(\frac{C_1+C_1}{C_1}\right)\left(-\frac{R_1}{R_i}\right) \qquad \text{--------}(7.18)$$

$$\text{یا} = \frac{C_2}{C_1}\frac{R_f}{R_i} = 1$$

$$\frac{R_f}{R_i} = \frac{C_1}{C_2} \qquad \text{---------}(7.19)$$

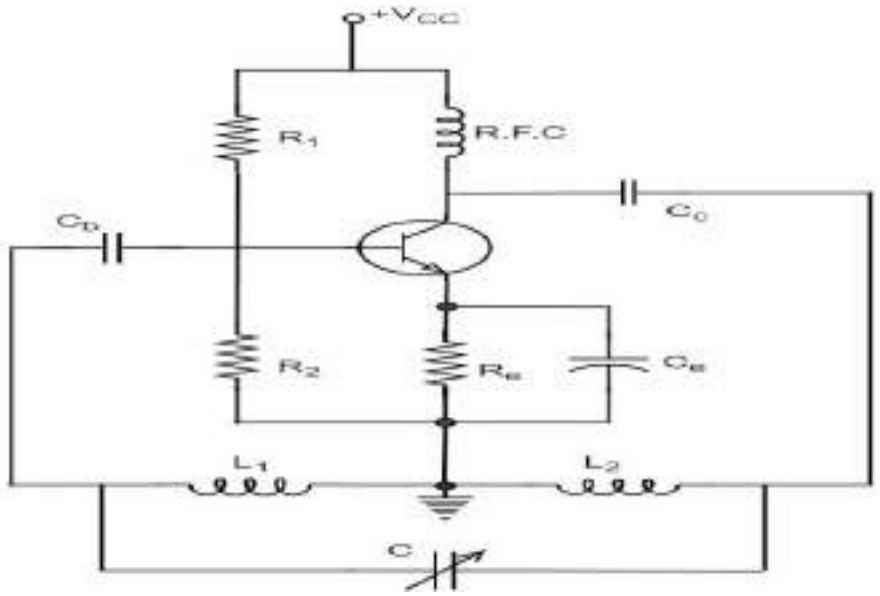
یہ اہتزازیوں کو برقرار رکھنے کے لیے ضروری شرط ہے ۔ تجربی اہتزازیوں میں مذکورہ بالا شرط کی تکمیل کے لیے C_1 کو متغیر(Variable)بنایاجاتاہے۔

7.7 ہارٹلی کااہتزازیہ(The Hartley Oscillator)

ہارٹلی کے اہتازیے کے سرکٹ خاکے کو شکل 7.5 میں بتایا گیاہے۔اس اہتزازیے میں ہم آہنگ سرکٹ $L_1\,C$ اور L_2 پر مشتمل ہوتاہے۔ آؤٹ پٹ وولٹیج کو L_2 کے گرد جوڑاجاتاہے۔اور L_1 کے گرد کاوولٹیج بازافزائشی وولٹیج ہوتاہے۔ہم آہنگ دوراپنے قدرتی تعدد پر صفر مقادمت عائد کرتاہے جس کویوں ظاہر کیاجاتاہے۔

$$j\omega L_1 + j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega C} = 0$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}} \qquad \text{---------}(7.20)$$



Source:https://www.tutorialspoint.com/sinusoidal_oscillators/sinusoidal_hartley_oscillator.htm

شکل(7.5):ہارٹلی کااہتزازہ

اس تعدد پر بازافزائشی جز کو اس طرح بیان کیا جا سکتا ہے۔

$$\beta = \frac{V_f}{V_0} = \frac{V_f}{V_t}\ \frac{V_t}{V_0}$$

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{j\omega L_2}{j\omega L_1 + j\omega L_2} = \frac{L_2}{L_1 + L_2}$$

$$\frac{V_f}{V_t} = \frac{j\omega L_2}{j\omega L_1 + j\omega L_2} = \frac{L_1}{L_1 + L_2}$$

$$\beta = -\left(\frac{L_1}{L_1 + L_2}\right)\left(\frac{L_2}{L_1 + L_2}\right)\frac{L_1}{L_2}$$

برخاؤسین کی شرط کے اطلاق سے

$$\beta A_v = \left(\frac{L_1}{L_2}\right)\left(\frac{R_f}{R_1}\right) = 1$$

ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{R_f}{R_i} = \frac{L_2}{L_1} \qquad \text{----------(7.21)}$$

یہ وہ شرط ہے جو اہتزازات کو برقرار رکھنے کے لئے ضروری ہوتی ہے۔ ہارٹلی کے تجربے اہتزازیوں میں ٹیاپنگ (Tapping) کے ساتھ علاحدہ طور پر L_1 اور L_2 کی بجائے ایک واحد امالیتی لچھے (Inductance oil) کو استعمال کیا جاتا ہے۔

7.8 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

ایک LC سرکٹ میں 20 mH انڈکٹر اور 25 μ ہوتا ہے۔ 5 mC F capacitor کے ابتدائی چارج کے ساتھ۔ ابتدائی طور پر سرکٹ میں ذخیرہ شدہ کل توانائی ہے۔

حل: دیا گیا ہے کہ ا

Here, C=25μF=25×10−6F,

$L=20mH=20\times10^{-3}H, q_0=5mC=5\times10^{-3}C$

∴ ابتدائی طور پر سرکٹ میں ذخیرہ شدہ کل توانائی ہے۔

$U=q^2{}_0/2C=(5\times10^{-3})^2\ /2\times25\times10^{-6}=25\times10^{-6}\ /2\times25\times106^{-6}=1/2=0.5J$

7.9 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- ایک افزوں گر، دیئے گئے سگنل ((signal کو افزوں ((amplify کرتا ہے۔ افزوں گر کے طریق عمل میں تبدیلی لانے کے لئے "آؤٹ پٹ" وولٹیج کے ایک جز کی اس کے ان پٹ سرے پر باز افزائش کی جاسکتی ہے۔ اگر ان پٹ اور باز افزائشی وولٹیج ایک دوسرے کے ساتھ ہئیت میں ہوں تو ایسی باز افزائش مثبت باز افزائش کہلاتی ہے۔ مثبت باز افزائش کو اہتزازات پیدا کرنے کے لئے استعمال کیا جاسکتا۔
- LC کو استعمال کر کے سمعی تعددوں کو پیدا کرنا بہت مشکل ہوتا ہے۔ کیون کہ ان کی قیمتیں نا قابل عمل طور پر بڑی ہو جاتی ہیں۔ لہٰذا ایک عملی افزوں گر کے باز افزائشی نٹ ورک میں RC کی تراکیب استعمال کی جاتی ہیں۔ ممکن قسم کے دو اہتزازیے ہیں وین کا پل اور ہئیت کے شفٹ والے اہتزازیے۔
- Lc اہتزازیے۔ RC اہتزازیوں سے زیادہ بلند تعددوں کے حامل ہوتے ہیں۔ ایسے دو سرکٹس ہیں کالپٹ اور ہارٹلی کے اہتزازیے۔ اہتزاز کے تعدد کو LC ترکیب کی کمی تعدد سے معلوم کیا جاتا ہے۔

7.10 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **برخاؤسین کا معیار (Barkhausen criterion):** ایک اہتزازیے کی ترتیب جس میں اہتزازات کو پیدا کرنے کی شرط کی تکمیل ہوتی ہے۔
- **اہتزازیے (Oscillators):** ایسے ادوار جو مطلوبہ تعددوں والی موجی شکلیں پیدا کرتے ہیں۔
- **ہئیت کے شفٹ کانٹ ورک (Phase – Shift Network):** ایک دور اپنے ان پٹ اور آوٹ پٹ پر ایک تفاوت ہئیت کو شامل کرتا ہے۔

7.11 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

7.11.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. ایک oscillator کیا ہے؟
2. ایک آسکیلیٹر کے لیے برخاؤسین کا معیار بیان کریں۔
3. _____ ایک فکسڈ فریکوئنسی آسکیلیٹر ہے۔

4. وین برج آسکیلیٹر _____ استعمال کرتا ہے۔
5. _____ LC oscillator کے لیے استعمال نہیں کیا جا سکتا۔
6. ایک آسکیلیٹر ایمپلیفائر سے مختلف ہے کیونکہ یہ _____۔
7. ایک آسکیلیٹر _____ دولن پیدا کرتا ہے۔
8. LC oscillators کا بنیادی استعمال کیا ہے؟
9. LC oscillation کی فریکوئنسی کیا ہے؟
10. LC Oscillations کی ایپلی کیشنز کیا ہیں؟
11. آسکیلیٹر سے کیا مراد ہے؟
12. سرکٹس کی مختلف اقسام کیا ہیں؟
13. کیپسیٹر اور انڈکٹر کے درمیان بنیادی فرق کیا ہے؟
14. LC oscillators کے کیا فوائد ہیں؟
15. انڈکٹر اور ایل سی سرکٹ کے درمیان کیا تعلق ہے؟
16. LC oscillator کس اصول پر کام کرتا ہے؟

7.11.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. سرکٹ کے اوپن لوپ اور بند لوپ گین میں کیا فرق ہے؟
2. وین برج آسکیلیٹر میں حاصل کرنے کی کیا ضرورت ہے؟
3. آر سی فیز شفٹ آسکیلیٹر کے فوائد لکھیں۔
4. آر سی فیز شفٹ آسکیلیٹر کے نقصانات لکھیں۔
5. RC اور LC oscillators کے درمیان موازنہ دیں۔
6. oscillators کے عمومی اطلاقات لکھیں۔
7. RC oscillators کا موازنہ لکھیں۔

7.11.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. آر سی فیز شفٹ آسکیلیٹر کی وضاحت کریں؟
2. کلیپ کے آسکیلیٹر کی وضاحت کریں اور دولن کی فریکوئنسی کے لیے اظہار اخذ کریں۔ بھی وضاحت کریں کہ کس طرح تعدد کے استحکام کو کلیپ کے آسیلیٹر میں بہتر بنایا جاسکتا ہے۔
3. ہارٹلی آسکیلیٹر کی وضاحت کریں اور دولن کی مساوات اخذ کریں؟

7.11.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. ایک وین برج آسکیلیٹر 9KHz پر آپریشنز کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اگر مزاحمت R کی قدر 100KΩ ہے، تو C کو معلوم کریں؟
2. ایک وین برج آسکیلیٹر 10KHz پر آپریشنز کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اگر مزاحمت R کی قدر 100KΩ ہے، تو C کو معلوم کریں؟
3. ریڈیو ریسیور میں ٹیونڈ کلکٹر آسکیلیٹر کا ایک فکسڈ انڈکٹنس 60μH ہے اور اسے 400KHz سے 1200KHz کے فریکوئنسی بینڈ پر ٹیون ایبل ہونا چاہیے۔ استعمال کیے جانے والے متغیر کیپسیٹر کی حد کو معلوم کریں؟
4. کولپٹس آسکیلیٹر کا فیڈ بیک سرکٹ بنائیں۔ اگر یہ 100mH کا L استعمال کرتا ہے اور 40KHz پر گھومنا ہے تو مساوی سیریز کیپیسی ٹینس کی قدر حاصل کریں۔
5. ہارٹلی آسکیلیٹر میں اگر $L_1=0.2mH, L_2=0.3mH$ اور $C=0.003\mu F$۔ اس کے دو غلوں کی تعدد کو معلوم کریں؟
6. آر سی فیز شفٹ آسکیلیٹر میں، اگر اس کی دولن کی فریکوئنسی 955Hz ہے اور $R_1=R_2=R_3=680K\Omega$۔ Capacitors کی قدر معلوم کریں۔
7. آر سی فیز شفٹ آسکیلیٹر میں، اگر $R_1=R_2=R_3=200K\Omega$ اور $C_1=C_2=C_3=100pF$۔ آسکیلیٹر کی فریکوئنسی کو معلوم کریں؟
8. ایک کرسٹل میں درج ذیل پیرامیٹرز $L=0.5H$، $C=0.05pF$ ہوتے ہیں اور بڑھتے ہوئے کیپیسی ٹینس 2pF2 ہے۔ اس کی سیریز اور متوازی گونجنے والی تعدد کو معلوم کریں؟
9. $C_1=0.1\mu F$، $C_2=1\mu F$، $C_1=100pF$ اور $L=470\mu H$ کے ساتھ کلپ آسکیلیٹر کے لیے دولن کی تعدد کو معلوم کریں؟

7.12 تجویز کردہ اکتسابی مواد(Suggested Learning Resources)

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی 8۔ پاور سپلائی میں باقاعدگی

(Regulated Power Supply)

اکائی کے اجزا

8.0		تمہید
8.1		مقاصد
8.2		راست گری
8.3		نصف موجی راست گر
8.4		کامل موجی راست گر
8.5		پل راست گر
8.6		فلٹر
	8.6.1	مکثفہ فلٹر
	8.6.2	L سیکشن فلٹر
	8.6.3	π سیکشن فلٹر
8.7		وولٹیج میں باقاعدگی کی ضرورت
8.8		ریگولیٹر (Regulators) کی امتیازی خصوصیات
8.9		زینر ریگولیٹر
8.10		حل شدہ مثالیں
8.11		اکتسابی نتائج
8.12		کلیدی الفاظ
8.13		نمونہ امتحانی سوالات

8.13.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات
8.13.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات
8.13.3 طویل جوابات کے حامل سوالات
8.13.4 غیر حل شدہ سوالات
8.14 تجویز کردہ اکتسابی مواد

8.0 تمہید(Introduction)

ایک ریگولیٹڈ پاور سپلائی ایمبیڈڈ سرکٹ ہے۔ یہ غیر منظم) AC الٹرنیٹنگ کرنٹ) کو مستقل DC میں تبدیل کرتا ہے۔ ایک ریکٹیفائر کی مدد سے یہ AC سپلائی کو DC میں تبدیل کرتا ہے۔ اس کا کام ایک مستحکم وولٹیج (یا کم کثرت سے کرنٹ) فراہم کرنا ہے، ایسے سرکٹ یا ڈیوائس کو جو بجلی کی سپلائی کی مخصوص حدود میں چلنا ضروری ہے۔ ریگولیٹڈ پاور سپلائی سے آؤٹ پٹ متبادل یا ایک سمت ہو سکتا ہے، لیکن تقریباً ہمیشہ) DC براہ راست کرنٹ) ہوتا ہے۔ استعمال شدہ استحکام کی قسم کو اس بات کو یقینی بنانے تک محدود کیا جا سکتا ہے کہ پیداوار مختلف بوجھ کے حالات میں مخصوص حدود کے اندر رہے، یا اس میں اس کے اپنے سپلائی سورس میں تغیرات کے لیے معاوضہ بھی شامل ہو سکتا ہے۔ مؤخر الذکر آج بہت زیادہ عام ہے۔

الکٹرانک آلات کے لیے عموماً راست رو کی سپلائی کی ضرورت پڑتی ہے۔ ڈی سی پاور کو حاصل کرنے کا سہولت بخش طریقہ یہ ہے کہ ڈاوڈ کے استعمال سے اے سی پاور میں وولٹیج کی راست گری کی جائے اور راست رو dc کا پاور حاصل کیا جائے۔ ایک راست گر کے آؤٹ پٹ پر موجود گھٹتے بڑھتے وولٹیج جس کو ripple کہا جاتا ہے۔ فلٹروں کے استعمال سے خارج کیا جا سکتا ہے۔

8.1 مقاصد(Objectives)

اس اکائی میں ہم:

متبادل رو(A.C) کو راست رو(D.C) میں تبدیل کرنے کے عمل سے متعارف کرواتی ہے۔ اس مقصد کے لئے ہم ذیل کا مطالعہ کریں گے۔

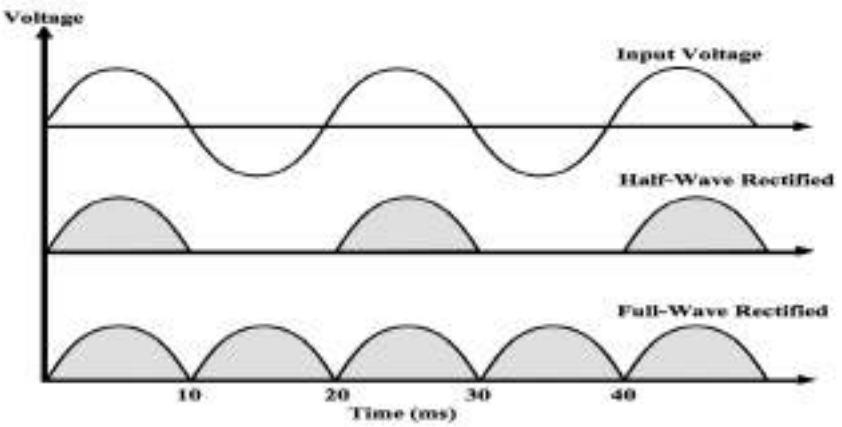
- ڈایوڈ کا یک جانبی طریق عمل(Unilaterial behavior) اور اس کو کس طرح راست گری (rectification) کے لیے

استعمال کیا جاتا ہے (اے سی کو ڈی سی میں تبدیل کرنے کے لئے)۔

- راست گروں کی مختلف قسمیں۔
- فلٹروں کو استعمال کر کے لہراؤ کے اخراج ((eliminating ripples کا طریقہ اور
- وولٹیج کے ضرب کے لیے سرکٹ۔
- وولٹیج کے ریگولیٹر ((Regulators جو آؤٹ پٹ وولٹیج کو مستقل رکھے۔
- مختلف قسم کے ریگولیٹر یعنی زینر ریگولیٹر اور الکٹرانی ریگولیٹر۔

8.2 راست گری (Rectification)

راست گری ایک ایسا عمل ہے جس میں متبادل رو کو ایک سمتی (Unidirectional) مگر گھٹتی بڑھتی رو میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ اس کو شکل 8.1 میں دکھایا گیا ہے۔ شکل (8.16) میں صرف نصف موج (half wave) ہی کو تیار کیا گیا ہے لہٰذا اس کو نصف موجی راست گری (half wave rectification) کہا جاتا ہے۔ کامل (full) موجی راست گری میں موج کے دونوں نصف حصوں کو استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کے عمل میں ہم ڈایوڈ کی ایک جانبی (unilateral) خصوصیت کو استعمال کرتے ہیں، یعنی آگے کی سمت میں پست مزاحمت اور متعکس سمت میں بلند مزاحمت کو استعمال کیا جاتا ہے۔ نصف موجی راست گر میں صرف ایک ڈائیوڈ کو استعمال کرتے ہیں۔



Source:https://en.m.wikibooks.org/wiki/File:Rectification.jpg

شکل (8.1): راست گری

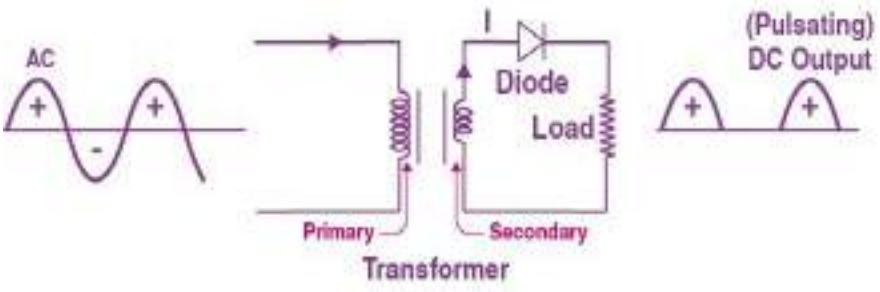
A۔ حیطہ a ان پٹ متبادل رد کی موج۔ B نصف موجی راست گری، c کامل موجی راست گر

جب کہ کامل موجی راست گر دو چار ڈاوٰڈ کو کام میں لاتے ہیں۔ راست گر کے آوٹ پٹ سرے پر وولٹیج کے گھٹنے بڑھنے(pulsations) کو تعدد کے انتخابی نٹ ورک جس کو فلٹر کیا جاتا ہے کی مدد سے صاف یا ہموار یا پھر خارج ہی کر دیا جاتا ہے۔ فلٹر(filter) کے ادوار امالوں(inductors) اور مکثفوں(capacitors) کی توانائی کو ذخیرہ کرنے کی صلاحیتوں کو استعمال کر کے رو کے گھٹنے بڑھنے کو ہموار کرنے اور قائم(steady) روؤں کو فراہم کرنے کا کام انجام دیتے ہیں۔ توانائی کے مبداء، راست گر اور فلٹر کی ترکیب پاور سپلائی(power supply) کو تشکیل دیتے ہیں۔

8.3 نصف موجی راست گر(Half Wave Rectifier)

ایک کامل(ideal) ڈائیوڈ کو چاہئے کہ وہ آگے کی سمت میں رو کی آزادانہ ایصال عمل میں لائے اور متعاکس سمت میں رو کے بہاؤ کو روکے۔ لیکن حقیقی ڈآئیوڈ اس سے کچھ مختلف ہی طرز عمل کا اظہار کرتے ہیں۔ نیم موصل ڈائیوڈ(Semiconductor diode) آگے کی سمت میں ایک قلیل مگر قابل لحاظ مزاحمت عائد کرتے ہیں۔ تاہم ایک راست گر کے طریق عمل کو سمجھنے کے لئے ہم یہ فرض کرسکتے ہیں کہ ڈائیوڈ کامل خصوصیت کا حامل ہوتا ہے

Source:https://byjus.com/physics/half-wave-rectifier/



شکل(8.2)

نصف موجی راست گری، aاور bموجی اشکال، d۔ دائیوڈ، v۔

شکل (8.2) میں ایک بنیادی راست گر دکھایا گیا ہے۔ یہ ایک نیم موصل دائیوٰد پر مشتمل ہوتا ہے جس کو متبادل رو کے مبدے اور لوڈ مزاحمت R_L سے ہم سلسلہ جوڑا جاتا ہے۔ جب متبادل کے مبدے کی قطبیت(polarity) آگے کی سمت میں ہوجاتی ہے۔ (یعنی جب وہ 0اور π کے درمیان ہوتا ہے) توڈائیوڈ ایک کرنٹ کو پیدا کر کے ایصال کرتا ہے۔

$$i = \frac{V}{R_L} = \frac{V_m \sin \omega t}{R_L} \ for\ 0 \le \omega \le \pi \text{ -------(8.1)}$$

متعاکس نصف دور کے دوران رو صفر ہوتی ہے یعنی

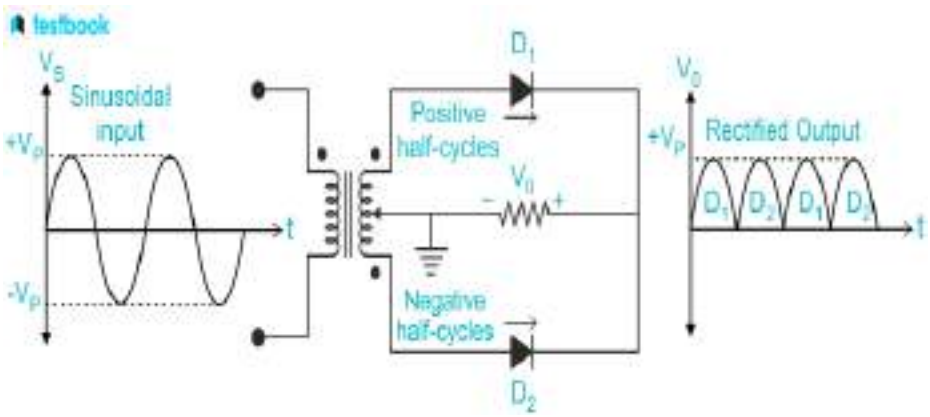
$$i = 0 \; for \; \pi \leq \omega t \leq 2\pi \quad \text{-------(8.2)}$$

لہٰذا بموجب شکل 6.26 آؤٹ پٹ رو نصف جیسی موجوں (half sine waves) کا ایک تواتر (succession) ہوتی ہے۔ لوڈ (load) رو کی اوسط قیمت کو یوں ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$I_{dc} = \frac{V_m}{\pi R_L} \quad \text{-----(8.3)}$$

8.4 کامل موجی راست گر (Full wave Rectifier)

مذکورہ بالا نصف موجی راست گر میں در آمدی موج کا محض نصف ہی استعمال کیا جاتا ہے۔ شکل 8.3 میں دکھائے ہوئے سرکٹوں کو استعمال کر کے دونوں ہی نصف کو استعمال کیا جا سکتا ہے۔ شکل 16.3 میں دکھائی گئی ترتیب میں ہم دو ڈائیوڈ استعمال کرتے ہیں۔ درمیانی حصے سے tap کیے گئے ٹرانسفرمر سے ضروری متبادل رو کا وولٹیج فراہم ہوتا ہے ان پٹ دور (input cycle) کے پہلے نصف ڈائیوڈ D_1 ایصال کرتا ہے جب کہ V_1 مثبت ہوتا ہے۔ جب D_2 برعکس میلانی (reverse biased) ہوتا ہے اور D_1 آگے کی جانب میلانی ہوتا ہے۔ دوسرے نصف دور کے دوران D_2 ایصال کرتا ہے اور D_1 برعکس میلانی ہوتا ہے۔ برآمدی رولی موجی شکل کو شکل (8.3) میں دکھایا گیا ہے۔ درآمدی دور کے دونوں نصف کے کرنٹ ایک ہی سمت



Source:https://testbook.com/physics/full-wave-rectifier

شکل (8.3): کامل موجی راست گر (a) سرکٹ، (b)۔ موجی اشکال

میں ہوتی ہے۔ راست رو کا جز نصف موجی راست گر کے مقابلے میں دو گنا ہوتا ہے۔

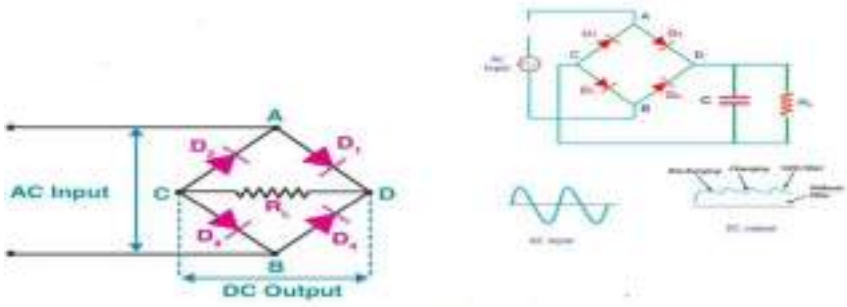
یعنی (8.4)------ $$I_{dc} = \frac{V_m}{\pi R_L}$$

کامل موجی راست گری کی ایک اور ترتیب کو شکل 8.3 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ ایسے چار ڈائیوڈ استعمال کرتا ہے جو ایک پل کے چاباز وؤں میں ترتیب دئے ہوئے ہوتے ہیں جب کہ ٹرانسفرمر کے وولٹیج کی قطبیت ایسی کہ سروں کے ڈائیوڈ D_2 اور D_4 کے لحاظ سے سرا a مثبت ہوتا ہے اور راستہ abcd اختیار کرتی ہے۔

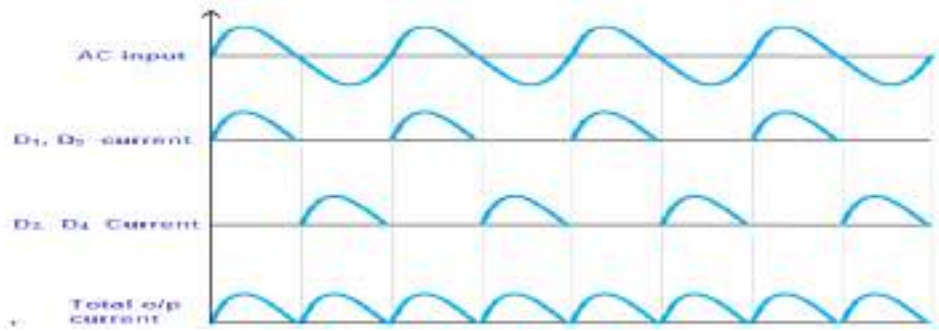
اس کے نتیجہ میں رو کی ایک نصف جیبی موج (Sine wave) تیار ہوتی ہے۔

8.5 پل راست گر (Bridge Rectifiers)

جب وولٹیج متعکس یعنی برعکس (reverse) ہو جاتا ہے تو ڈائیوڈ D_1 اور D_3 کرنٹ کو ایصال کرنے لگتے ہیں اور کرنٹ راستہ dbca سے گزرنے لگتا ہے۔ لوڈ مزاحم (resistor) سے گزرنے والا کرنٹ ہمیشہ ایک ہی راستہ اختیار کرتا ہے یعنی b سے c کی جانب۔ جیسا کہ اس سے قبل بیان کی جاچکا ہے راست کرنٹ کے جز کو مساوات 8.4 سے ظاہر کیا جاتا ہے۔



Source:https://www.electrical4u.com/bridge-rectifiers/



Source:https://www.physics-and-radio-electronics.com/electronic-devices-and-circuits/rectifier/bridgerectifier.html

شکل (8.4)

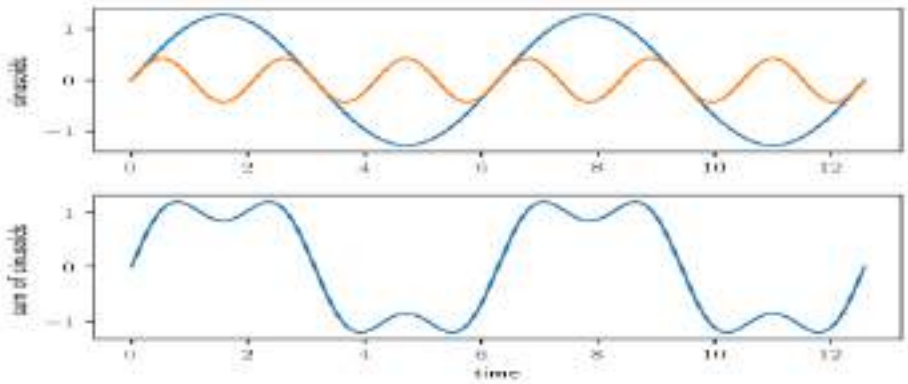
شکل 8.4 میں بتایا گیا ہوا کامل موجی راست گر کا سرکٹ ایک نسبتاً زیادہ مہنگے اور بھاری و کم ٹرانسفر مر کو استعمال کرتا ہے جب کہ بموجب شکل 8.4 چار ڈائیوڈ کو استعمال کرنے والے پل کا دور مل جاتا ہے۔ یہاں ایسے پل کو استعمال کرنا زیادہ سہولت بخش ہوتا ہے۔

8.6 فلٹر (Filters)

فلٹروں کی ضرورت

راست گری کا مقصد راست رو کا حصول ہوتا ہے۔ لیکن مذکورہ بالا سرکٹس کی آؤٹ پٹ موجی اشکال میں راست گر کے جز کے ساتھ متبادل رو کے بڑے اجزاء بھی شامل ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر کامل موجی راست گر کے آؤٹ پٹ موجی شکل کا تجزیہ جو ظاہر کرتا ہے اس کو اس طرح بتایا جاتا ہے۔

$$V = \frac{2V_m}{\pi} - \frac{4V_m}{3\pi}\cos 2\omega t - \frac{4V_m}{15\pi} - \cos 4\omega t - \frac{4V_m}{35\pi}\cos 6\,\omega t$$



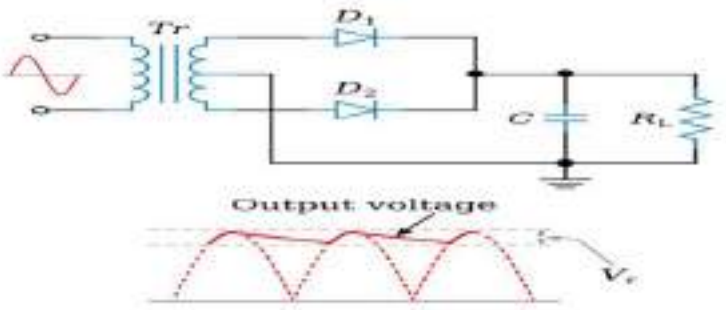
Source:https://people.eecs.berkeley.edu/~boser/courses/49_sp_2019/N_filter.html

شکل (8.5): موجی اشکال

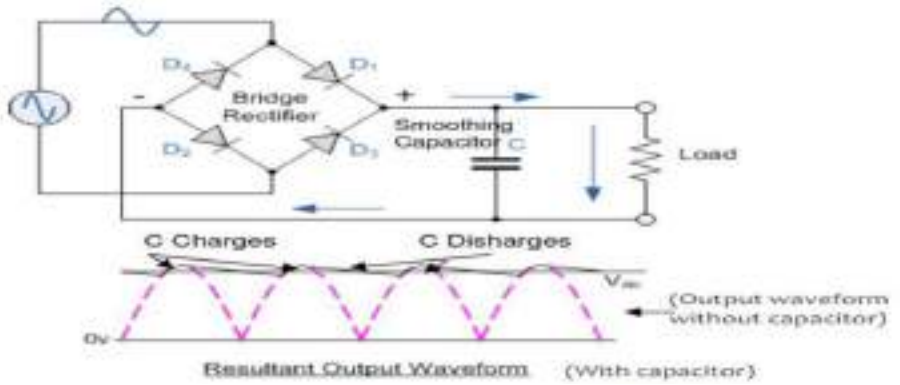
پہلی رقم ایک مستقل ہے اور راست رو کے جز کی نمائندگی کرتی ہے۔ دوسری مثبت رقم ایک دوسری ہارمونک (harmonic) رقم ہے جس کی اضافی مقدار 3/2 اور تعدد 2w ہے۔ اس کے بعد اگلی رقوم چھوٹی ہیں۔ لہٰذا تجزیے کی خاطر ہم رقوم 4wt اور 6wt وغیرہ کو نظر انداز کر سکتے ہیں۔ مذکورہ بالا تفصیل سے یہ واضح ہے کہ ایک کامل موجی راست گر کا درآمد ایک راست رو کی رقم اور دوسری ہارمونک رقم پر مشتمل ہوتا ہے۔ دوسری ہارمونی رقم کو نکالنے کے لئے ہم فلٹروں کو استعمال کرتے ہیں۔

8.6.1 مکثفہ فلٹر (Capacitor filter)

سب سے سادہ فلٹر کا سرکٹ(circuit)ایک مکثفے(capacitor)پر مشتمل ہوتا ہے ایک پل کے لوڈ مزاحمت کے ساتھ متوازی جوڑا جاتا ہے۔مکثفہ ایک مختصر وقفے میں اس کی راست گر شدہ وولٹیج



Source:https://www.researchgate.net/figure/Full-wave-bridge-rectifier-circuit-with-capacitor-filter_fig15_341112841



Source:https://www.researchgate.net/figure/Full-wave-bridge-rectifier-circuit-with-capacitor-filter_fig15_341112841

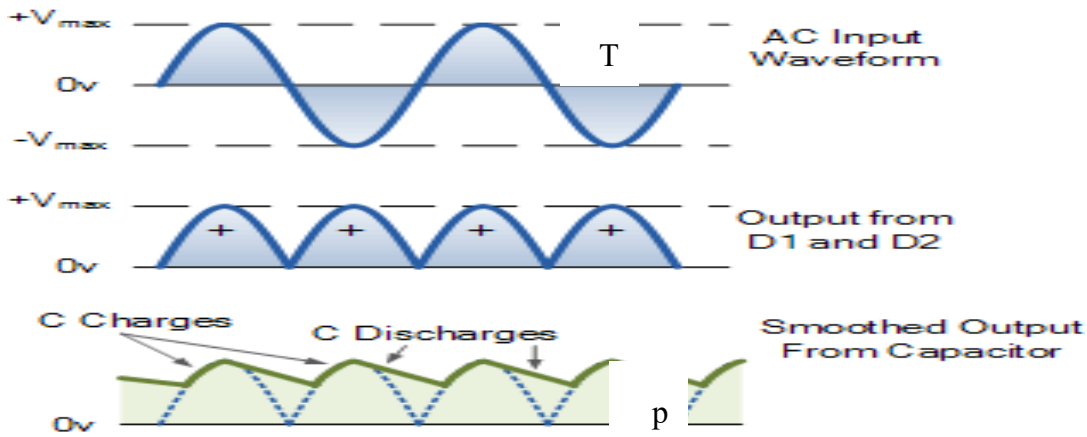
شکل(8.6)

اعظم تری قیمت V_mتک چارج ہو جاتا ہے۔ جب راست گر شدہ وولٹیج اعظیم قیمت سے گھٹنے لگتا ہے تو یہ مکثفہ R_Lکے ذریعہ ڈسچارج ہونے لگتا ہے جب مکثفہ

ڈائیوڈس کے ایصال کا وقفہ =P

پلس کا وقت دوران =T

چارج ہو رہا ہوتا ہے اس دوران ڈائیوڈ رو کو ایصال کرنے لگتا ہے۔ڈسچارج ہونے کی شرح، وقت کے مستقلR_Cاور پلس ((Pulsesکے وقت دورانt کی اضافی قیمتوں پر منحصر ہوتی ہے۔



Source:https://www.quora.com/Why-we-use-capacitor-as-filter-in-rectification

شکل(8.7):موجی اشکال

مکثفے کے گرد وولٹیج کی موج شک لکو مثلثی مان لیا جاسکتا ہے(اگر $R_L C << T$ ہو)وقت دوران T کے درمیان مکثفے کے وولٹیج میں کمی $\frac{V_m T}{CR_L}$ ہوتی ہے۔راست رو کے آوٹ پٹ(output)وولٹیج کی مساوات ہو گی۔

$$V_{dc} = V_m - \frac{V_m T}{4CR_L}$$
$$= V_m - \frac{I_{dc}}{4fC}$$
$$\left(I_{dc} = V_m/R_L \ \ and \ T = \frac{1}{f}\right)$$

متبادل رو کے جز کی ایک اعظم ترین سے دوسری اعظم ترین قیمت کو لہر(ripple)کہا جاتا ہے۔اسے $\frac{V_{de}}{CR_L}$ سے ظاہر کیا جاتا ہے اور اعظم ترین قیمت $\frac{V_{de}}{2CR_L}$ ہوتی ہے۔مثلثی موج کے آر۔یم۔یس(R.M.S)کی قیمت اس کی اعظم ترین قیمت $1/\sqrt{3}$ کے مساوی ہوتی ہے لہذا لہری وولٹیج(ripple voltage)کی آر یم یس قیمت حسب ذیل ہوتی ہے۔

$$V_{rms} = \frac{V_{dc}}{4\sqrt{3}fCR_L} \qquad \text{---------(8.7)}$$

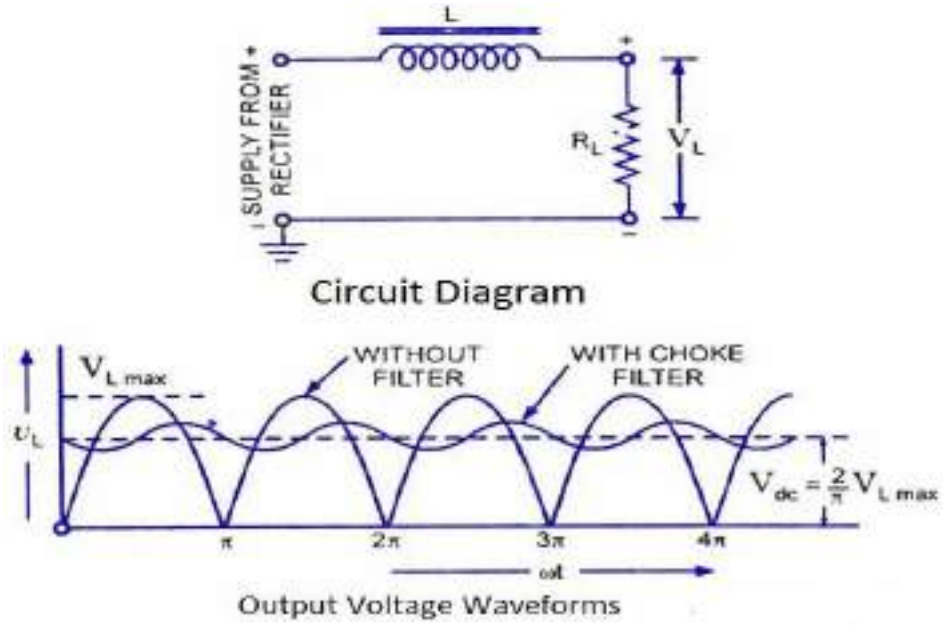
لہری وولٹیج کی آر یم یس قیمت اور راست رو کے وولٹیج کی نسبت کو لہری جز(ripple factor)r کہا جاتا ہے۔ایک پاور سپلائی کو مؤثر ہونے کے لئے یہ ضروری ہوتا ہے کہ r کو کم سے کم کر دیا جائے۔سادے گنجائش فلٹر کے ہنری جز کو اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$r = \frac{V_{m4}}{V_{dc}} = \frac{1}{4\sqrt{3}fCR_L} \qquad \text{----------(8.8)}$$

8.6.2 L- سیکشن فلٹر(L-section filter)

ایک اور فلٹر جسے عام طور پر استعمال کیا جاتا ہے، شکل(8.8) میں دکھایا گیا ہے۔ راست گر شدہ وولٹیج کو جو راست رو اور متبادل رو دونوں کے جز رکھتا ہے L اور کے ہم سلسلے کی ترکیب

Source:https://www.circuitstoday.com/filter-circuits



شکل(8.8) L سیکشن فلٹر

(a)سرکٹ،(b) آؤٹ پٹ کی شکل V_0 آؤٹ پٹ وولٹیج

عاید کی جاتی ہے۔ یہ فرض کیا جاتا ہے کہ $X_C >> R_L$ اور $X_C >> X_L$ ہے۔ ان حالات کے تحت L.C ترکیب سے گزرنے والی متبادل رو کی نوعیت کا تعین امالی تعاملیت(inductive reactance) ωL کی جانب سے ہوتا ہے۔ رو کے حیطے کو اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$I_m = \frac{4V_m}{3\pi} \times \frac{1}{\omega L} = \frac{4V_m}{3\pi\omega L} \quad \text{-------(8.9)}$$

مکثفے کے گرد وولٹیج کو یوں ظاہر کیا جاتا ہے

$$V_{rms} = IX_c = \frac{4V_m}{\sqrt{2}3\pi\omega^2 LC} \quad \text{-------(8.10)}$$

$$= \frac{2\sqrt{2}}{3\pi} \frac{4V_m}{\omega^2 LC}$$

ایک کامل امالہ صفر مزاحمت عاید کرتا ہے اور ایک کامل مکثفہ راست رو کے لیے لامحدود مزاحمت پیش کرتا ہے۔ لہٰذا آؤٹ پٹ وولیج کو اس طرح لکھا جاتا ہے۔

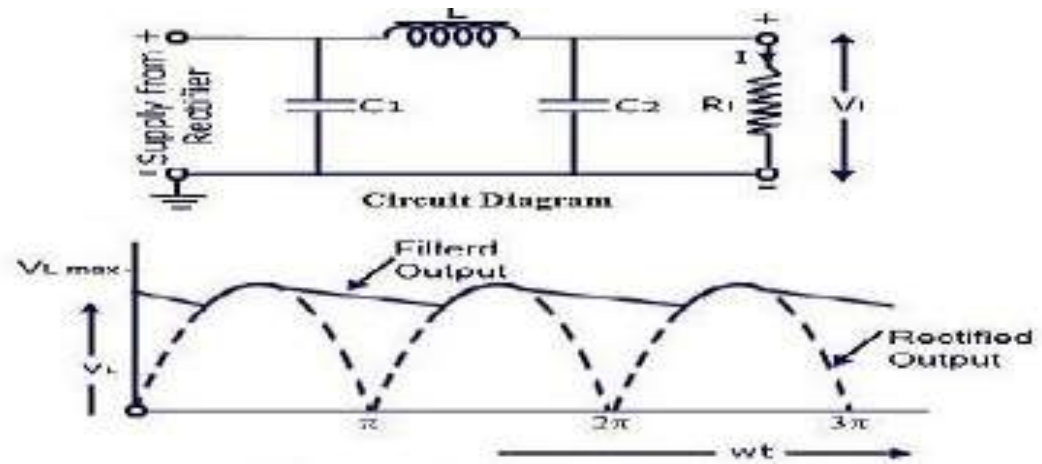
$$V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} \qquad \text{--------(8.11)}$$

L سیکشن کے لہری جز(ripple factor) کو اس طرح بتایا جاتا ہے۔

$$r = \frac{V_{rms}}{V_{dc}} = \frac{\sqrt{2}}{3} \frac{1}{\omega^2 LC} \qquad \text{---------(8.12)}$$

8.6.3 π سیکشن فلٹر $(\pi\ Section\ filter)$

شکل 8.9 میں سیکشن فلٹر کو دکھایا گیا ہے۔ اس کو یوں سمجھا جاسکتا ہے کہ یہ ایک ایسے سادے مکثفی فلٹر پر مشتمل ہوتا ہے جس کے آگے



Source:https://edurev.in/t/98435/Filters-Electronic-Devices

شکل(8.9): سیکشن فلٹر

ایک L سیکشن فلٹر جڑا ہوتا ہے۔ ایک کامل امالی راست گرو کے بہاؤ میں رکاوٹ نہیں بنتا اور ایک کامل مکثفی راست گرو کو ایصال نہیں کرنا۔ اس طرح L.C فلٹر اس راست رو کے وولٹیج کو تبدیل نہیں کرتا جو کہ 1 سے پہنچایا جاتا ہے۔ لہٰذا اس فلٹر کی راست رو کا وولٹیج وہی ہوگا جو کہ مکثفے کے فلٹر کا ہوتا ہے۔ اس کو مساوات (8.13) سے ظاہر کیا گیا ہے۔

مکثفے کے گرد لہری وولٹیج کومساوات(8.7)سے بتایا جاتا ہے۔ یہ فرض کرتے ہوئے کہ یہ L سیکشن کے فلٹر کے لئے ایک ان پٹ(input)کے طور پر کام کرتا ہے۔ π سیکشن فلٹر کے لئے لہری وولٹیج حاصل ہو گا۔ لہٰذا

$$V_{rms} = \frac{V_{dc}}{2\sqrt{3}fCR_L}\ \frac{1}{\omega^2 LC} \qquad \text{-------(8.13)}$$

$$\frac{\pi}{\sqrt{3}}\ \frac{V_{de}}{RL\,\omega^3 C^2 L}$$

لہری جز ہوتا ہے

$$r = \frac{V_{rms}}{V_{dc}} = \frac{\pi}{\sqrt{3}} = \frac{1}{R_L\,\omega^3 C^2 L} \qquad \text{-------(8.14)}$$

8.7 وولٹیج میں باقدگی کی ضرورت(Uses of Voltage Regulators)

ایک پاور سپلائی سے جوڑے ہوئے لوڈ(Load)کے گرد وولٹیج میں مندرجہ ذیل وجوہات کی بناپر تغیر واقع ہو سکتا ہے۔

i. راست گر(Rectifier)، آؤٹ پٹ میں دوری تغیرات(Cyclical variations)

ii. اصل سپلائی وولٹیج(220v, 50H)میں اتار چڑھاؤ(Fluctuations)

iii. لوڈ کرنٹ(current)میں تبدیلیاں

جن وجوہات کی بناپر فلٹر ان تغیرات کو کم سے کم کرتے ہیں وہ ہیں۔

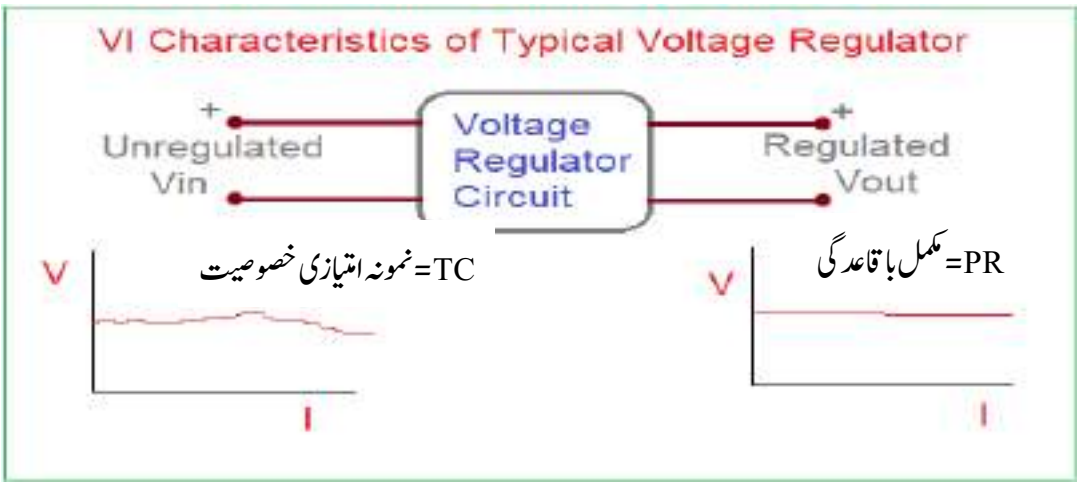
a) وہ آؤٹ پٹ وولٹیج میں،

b) کے باعث ہونے والے تغیرات کو روک نہیں سکتے اور

c) میں سپلائی وولٹیج اور لوڈ کرنٹ میں تغیرات کے باوجود وولٹیج ریگولیٹر شرح شدہ(rated)آؤٹ پٹ وولٹیج کو برقرار رکھتے ہیں۔

8.8 ریگولیٹر کی امتیازی خصوصیات(Characteristics of Votage Regulator)

کوئی بھی ریگولیٹر مکمل باقاعدگی نہیں لا سکتا۔ ایک منضبط(Regulated)پاور سپلائی کی نمونہ امتیازی خصوصیت کو شکل 8.10 میں دکھایا گیا ہے۔ جیسا کہ شکل میں بتایا گیا ہے کرنٹ میں اضافے سے آؤٹ پٹ وولٹیج میں گراوٹ آتی جاتی ہے۔



Source:https://theorycircuit.com/7805-ic-circuit-diagram/

شکل(8.10):لوڈ کرنٹ کے ساتھ ایک پاور سپلائی کے آؤٹ پٹ وولٹیج V_0 کا تغیر

PR=مکمل باقاعدگی، TC=نمونہ امتیازی خصوصیت

V_{OC} =کھلے دور کا وولٹیج، V_L =لوڈ کے تحت وولٹیج

ریگولیٹر کی مدد سے لائی گئی باقاعدگی کے فیصد کے طور پر ظاہر کیا گیا ہے۔ جس کو ذیل میں ملاحظہ کیجئے۔

$$(\%\ Regulation)\text{فیصد باقاعدگی} = \frac{V_{\propto} - V_L}{I_L} \times 100\% \qquad \text{-------(8.15)}$$

جہاں $V_{\propto}$ =بغیر لوڈ کی حالت کے تحت آؤٹ پٹ وولٹیج

V_L =لوڈ کے تحت آؤٹ پٹ وولٹیج

کسی بھی مخصوص لوڈ کرنٹ I_L کے تحت وولٹیج کو اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے۔

$$V_L = I_L R_L \qquad \text{--------(8.16)}$$

جہاں R_L لوڈ کی مزاحمت ہے۔ ہم ریگولیٹر کی آؤٹ پٹ مزاحمت کی تعریف یوں بیان کر سکتے ہیں۔

$$R_0 = \frac{V_{\propto} V_L}{I_L} \qquad \text{--------(8.17)}$$

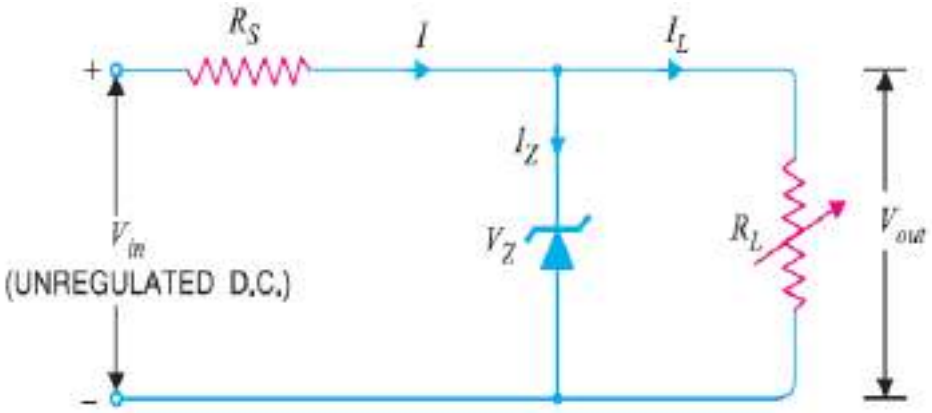
اس لئے

$$\text{فیصد باقاعدگی} = \frac{R_0}{R_L} \times 100\% \qquad \text{-------(8.18)}$$

ایک دیئے ہوئے لوڈ(Load) کے لئے جیسے، جیسے ریگولیٹر کی آؤٹ پٹ مزاحمت گھٹتی ہے، باقاعدگی بڑھتی ہے(فیصد باقاعدگی گھٹتی ہے)۔ لہٰذا ایک عمدہ ریگولیٹر کو لازمی طور پر پست(Low) آؤٹ پٹ مزاحمت کا حامل ہونا چاہئے۔

8.9 زینر ریگولیٹر (Zener Regulator)

شکل(8.11) میں ایک سادہ ریگولیٹر کو دکھایا گیا ہے جس میں زینر ڈائیوڈ استعمال کیا گیا ہے۔ یہ ایک ہم سلسلہ طور پر جوڑی ہوئی ایک مزاحمت R_S اور وولٹیج V_2 والے زینر دائیوڈ پر مشتمل ہوتا ہے۔ غیر منضبط(unregulated) راست رو کا وولٹیج V_i ڈائیوڈ کو متعاکس میلانی(reverse bias) کر دیتا ہے۔ V_1 کو V_2 سے بڑا ہونا چاہئے۔ یہ عمل اس امر پر مبنی ہوتا ہے کہ زینر(Zener break down) کے علاقے میں ڈائیوڈ وولٹیج میں قلیل تبدیلیوں سے



Source:https://electronicspost.com/zener-diode-voltage-regulator/

شکل(8.11)

ڈائیوڈ کی رو(پست آؤٹ پٹ مزاحمت) میں بڑی تبدیلیاں واقع ہوتی ہے۔ R_S سے بہنے والی بڑی رویں(currents) ایسے وولٹیج پیدا کرتی ہے جو V_i یا V_L میں ہونے والی تبدیلیوں کی پابجائی کرتی ہے۔ شکل 8.11 میں اگر I منبع سے حاصل کی گئی رو ہے اور I_Z اور I_L علی الترتیب زینر ڈائیوڈ اور لوڈ مزاحمت سے گزرنے والی رویں ہیں، تب کرخاف کے کلیات(Kirchhoff Laws) کی بنیاد پر ہمیں حاصل ہو گا

$$I = I_z + I_L \qquad \text{-------(8.19)}$$

$$V_0 = V_i - IR_s \qquad \text{-------(8.20)}$$

اور

$$V_0 = I_L R_L \qquad \text{-------(8.21)}$$

اب ہم ایسی صورت حال پر غور کریں گے جب کہ V_i مستقل رہتا ہے اور لوڈ مزاحمت R_L متغیر رہتی ہے۔ چونہ زینر وولٹیج $(V_0 = V_z)$ مستقل رہنے کی جانب مائل رہتا ہے، مساوات (8.20) کے مطابق ہمیں حاصل ہوتا ہے، $dI = 0$ تب مساوات (8.5) کی رو سے

$$dI = dI_z + dI_L = 0$$

یا

$$dI_z = -dI_L$$

اس طرح V_i کو مستقل رکھتے ہوئے جب لوڈ مزاحمت بڑھتی ہے تو ایک مساوی مقدار میں برق رو I_L گھٹتی ہے۔ اور رو I_2 بڑھتی ہے اس طرح کہ جملہ رو I مستقل رہتی ہے۔

اگر R_L مستقل رہتی ہے اور V_i بدلتا رہتا ہے، تب مساوات (8.6) کے ذریعہ ہمیں حاصل ہو گا۔

$$dV_i = R_s dI$$

مساوات (8.7) سے

$$dI_L = 0$$

اور مساوات (8.5) سے

$$dI = dL_Z$$

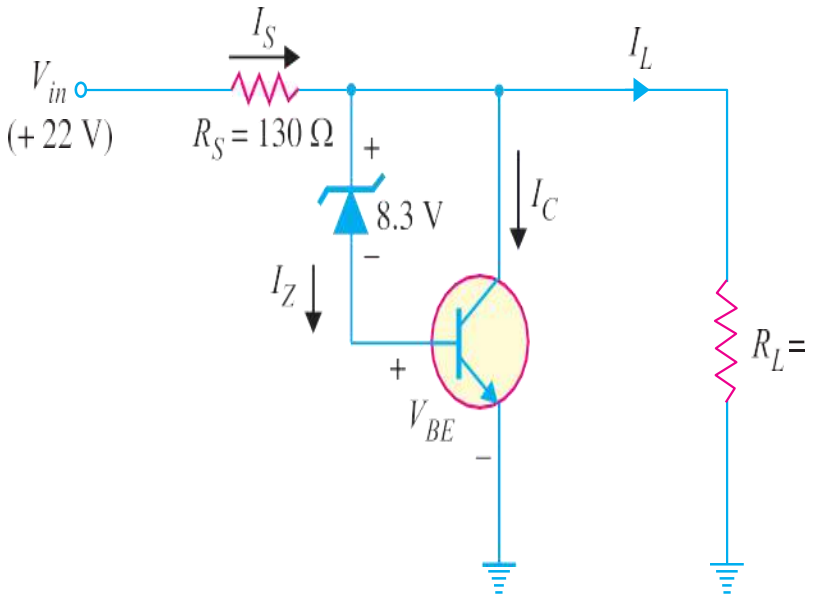
یعنی جب مستقل لوڈ R_L کے تحت راست کرنٹ کے سپلائی وولٹیج میں ترمیم لائی جاتی ہے تو لوڈ کرنٹ کو مستقل رکھنے کے لئے کرنٹ I اور زینر کرنٹ I_Z مساوی طور پر تبدیل ہوتے جاتے ہیں۔

8.10 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

شکل (8.12) میں دکھائے گئے شنٹ ریگولیٹر کے لیے (i) ریگولیٹڈ وولٹیج کا تعین کریں۔

حل:



شکل(8.12)

$$\text{Output voltage, } V_{out} = V_Z + V_{BE} = 8.3 + 0.7 = 9V$$

حل شدہ مثال 2

ایک زینر ریگولیٹر میں بے قاعدہ dc ان پٹ 10 وولٹ اور زینر وولٹی 5 وولٹ ہے۔ اعظم ترین زینر کرنٹ (L) $20mA$ ہے R_s کی قیمت معلوم کیجئے۔ اگر $2k\Omega$ کی ایک لوڈ مزاحمت (R_L) جوڑی جائے تو لوڈ کرنٹ اور زینر کرنٹ کو محسوب کیجئے۔

حل:

زینر کرنٹ اس وقت اعظم ترین ہو گا جب لوڈ مزاحمت R_L لا محدود (infinite) ہو گی۔ لہٰذا

$$R_S = \frac{V_i - V_0}{I} = \frac{10-5}{20\times10^{-3}} = 250\Omega$$

لوڈ مزاحمت سے گزرنے والی برقی رو ہو گی

$$I_L = \frac{V_0}{R_L} = \frac{5}{2\times10^3} = 2.5mA$$

زینر رو ہو گی۔

$$I_Z = I - I_L = 20 - 2.5 = 17.5mA$$

8.11 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- راست گری ایک ایسا عمل ہے جس میں متبادل رو کو ایک سمتی (Unidirectional) مگر گھٹتی بڑھتی رو میں تبدیل کیا جاتا ہے۔
- جب کہ کامل موجی راست گر دو چار ڈاوڈ کو کام میں لاتے ہیں۔ راست گر کے آوٹ پٹ سرے پر وولٹیج کے گھٹنے بڑھنے (pulsations) کو تعدد کے انتخابی نٹ ورک جس کو فلٹر کیا جاتا ہے کی مدد سے صاف یا ہموار یا پھر خارج ہی کر دیا جاتا ہے۔ فلٹر (filter) کے ادوار امالوں (inductors) اور مکثفوں (capacitors) کی توانائی کو ذخیرہ کرنے کی صلاحیتوں کو استعمال کر کے رو کے گھٹنے بڑھنے کو ہموار کرنے اور قائم (steady) روؤں کو فراہم کرنے کا کام انجام دیتے ہیں۔ توانائی کے مبداء، راست گر اور فلٹر کی ترکیب پاور سپلائی (power supply) کو تشکیل دیتے ہیں۔

8.12 کلیدی الفاظ (Keywords)

- راست گر (Rectifier: ڈائیوڈوں (diodes) کا ایک نظام جو متبادل رو کے وولٹیج کو یک سمتی (Undirectional) مگر گھٹے بڑھتے (pulsating) وولٹیج میں تبدیل کرتا ہے۔
- فلٹر (Filters: تعدد کو منتخب کرنے والے سرکٹوں جو گھٹتے بڑھتے وولٹیج کو ہموار (Smooth) کرتے ہیں۔
- وولٹیج (Voltage: ایک طریق عمل جس میں ایک دیئے ہوئے وولٹیج کو ایک کامل عدد (Integral Number) سے ضرب دیا جاتا ہے۔
- لہری وولٹیج (Ripple Voltage: ایک راست گر شدہ (rectified) وولٹیج یا متبادل رو کا جز
- وولٹیج ریگولیٹرز (Voltage regulators: الکٹرانی ادوار جو تمام حالات کے تحت یعنی بغیر کسی لوڈ کے یا بھرپور لوڈ کے حالات میں ایک شرح شدہ (rated) آوٹ پٹ وولٹیج کو برقرار رکھتے ہے۔

8.13 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

8.13.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. ریگولیٹڈ پاور سپلائیز _____ میں استعمال ہوتی ہیں۔
2. سلیکون کے زیر کنٹرول ریکٹیفائر _____ ڈیوائسز ہیں۔
3. سلیکون کے زیر کنٹرول ریکٹیفائر ایک _____ متحرک آلہ ہے۔

4. جب لوڈ کرنٹ _____ ہو تو Zener کرنٹ زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے۔
5. ریگولیٹڈ ڈی سی پاور سپلائی کو _____ بھی کہا جاتا ہے۔
6. اصلاح _____ کو تبدیل کرنے کا عمل ہے۔
7. اصلاح کا نتیجہ _____ ہے۔
8. ریگولیٹڈ پاور سپلائیز کی کتنی اقسام ہیں؟
9. _____ ریکٹیفائر فل ویو ریکٹیفائر ہیں۔
10. ہاف ویو ریکٹیفائر کی زیادہ سے زیادہ اصلاحی کارکردگی _____ کے مساوی ہے۔
11. پل فل ویو ریکٹیفائر کی زیادہ سے زیادہ rectification efficiency آس پاس ہے۔
12. ہاف ویو ریکٹیفائر کا ریپل فیکٹر _____ ہے۔
13. سینٹر ٹیپ فل ویو ریکٹیفائر کتنے ڈایڈس پر مشتمل ہے؟
14. کون سا فلٹر لہر کو کم کرتا ہے؟
15. وولٹیج ریگولیٹرز کے پاس _____ ہے۔

8.13.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. آپ ریگولیٹڈ پاور سپلائی سے کیا سمجھتے ہیں؟ ایسی سپلائی کا بلاک ڈایاگرام بنائیں۔
2. ریگولیٹڈ پاور سپلائی کی ضرورت پر ایک مختصر نوٹ لکھیں۔
3. ایک صاف خاکہ کے ساتھ زینر وولٹیج ریگولیٹر کی کارروائی کی وضاحت کریں۔
4. وولٹیج کی باقاعدگی کو بیان کیجئے اور اس کی ضرورت کو واضح کیجئے۔
5. زینر ریگولیٹر کی ورکنگ (عمل) پر بحث کیجئے۔
6. کامل موجی راست گر کا نصف موجی راست گر سے تقابل کیجئے۔
7. ایک پل والے راست گر کا سرکٹ خاکہ بنائے اور اس کی کارکردگی بیان کیجئے۔
8. سکشن والے فلٹروں کے عمل پر بحث کیجئے۔
9. L سیکشن والے فلٹروں کے عمل کو بیان کیجئے۔

8.13.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. الکٹرانک طور پر منضبط (regulated) پاور سپلائی کا سرکٹ خاکہ بنائیے اور اس کی کارکردگی کی وضاحت کیجئے۔
2. ایک کامل موجی راست گر کا سرکٹ خاکہ بنائے اور اس کی کارکردگی کو سمجھائیے۔
3. مختلف فلٹروں کے عمل پر بحث کیجئے۔

8.13.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. ایک وولٹیج ریگولیٹر کی درجہ بندی IL = 0 سے 40mA کے آؤٹ پٹ کرنٹ پر کی جاتی ہے۔ بغیر بوجھ کے حالات میں، سرکٹ سے آؤٹ پٹ وولٹیج 8 V ہے۔ مکمل بوجھ کے حالات میں، سرکٹ سے آؤٹ پٹ وولٹیج 7.996V ہے۔ سرکٹ کے لیے لوڈ ریگولیشن کی قدر کا تعین کریں۔
2. ایک L سیکشن والے فلٹر کے لہری جز کو محسوب کیجئے جو 10H والے ایک ایسے چوک (choke) اور $8\mu F$ والے مکثفے پر مشتمل ہے جن کو ایک کامل موجی راست گر کے ساتھ استعمال کیا گیا ہے۔ (جواب: 0.015)
3. ایک سیکشن والے فلٹر پر عائد کردہ ان پٹ وولٹیج ایک 50v چوٹی کی قیمت والا کامل موجی راست گر وولٹیج ہے۔ اس پر لوڈ $1k\Omega$ ہے۔ اس میں ایک 8H والا امالہ بھی موجود ہے۔ یہاں ایک 0.001 لہری جز پیدا کرنے کے لئے مطلوب مکثفوں کی قیمت کو محسوب کیجئے۔ فرض کیجئے کہ $(C_1 = C_2 = C)$ ہے۔ (جواب: $30.2\mu F$)

8.14 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

---

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta

اکائی9۔ عملی افزوں گر

(Operational Amplifier)

اکائی کے اجزا

9.0		تمہید
9.1		مقاصد
9.2		بنیادی تفرقی افزوں گر
9.3		تفرقی افزوں گر کی خصوصیات
9.4		مثالی عملی افزوں گر
9.5		عملی افزوں گر بلاک خاکہ
9.6		عملی افزوں گر کے مبدل
9.7		حل شدہ مثالیں
9.8		اکتسابی نتائج
9.9		کلیدی الفاظ
9.10		نمونہ امتحانی سوالات
	9.10.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	9.10.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	9.10.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
	9.10.4	غیر حل شدہ سوالات
9.11		تجویز کردہ اکتسابی مواد

9.0 تمہید(Introduction)

ایک آپریشنل ایمپلیفائر) اکثر op amp یا (opamp ایک-DC کپلڈ ہائی گین الیکٹرانک وولٹیج ایمپلیفائر ہوتا ہے جس میں ایک ڈیفرینشل ان پٹ ہوتا ہے اور عموماً سنگل اینڈڈ آؤٹ پٹ ہوتا ہے۔ اس کنفیگریشن میں، ایک op amp ایک آؤٹ پٹ پوٹینشل (سرکٹ گراؤنڈ کے نسبت) پیدا کرتا ہے جو عام طور پر اس کے ان پٹ ٹرمینلز کے درمیان ممکنہ فرق سے 100,000 گنا بڑا ہوتا ہے۔ آپریشنل ایمپلیفائر اپنی اصلیت اور نام کا پتہ یناالاگ کمپیوٹرز سے لگاتا ہے، جہاں وہ لکیری، غیر لکیری، اور فریکوئنسی پر منحصر سرکٹس میں ریاضی کی کارروائیوں کو انجام دینے کے لیے استعمال ہوتے تھے۔ یناالاگ سرکٹس میں ایک بلڈنگ بلاک کے طور پر op amp کی مقبولیت اس کی استعداد کی وجہ سے ہے۔ منفی تاثرات کا استعمال کرتے ہوئے، op-amp سرکٹ کی خصوصیات، اس کا فائدہ، ان پٹ اور آؤٹ پٹ مائبادا، بینڈوتھ وغیرہ کا تعین بیرونی اجزاء سے کیا جاتا ہے اور اس کا درجہ حرارت کے گتانکوں یا op amp میں ہی انجینئرنگ رواداری پر بہت کم انحصار ہوتا ہے۔

Op amps آج کل الیکٹرانک آلات میں بڑے پیمانے پر استعمال ہوتے ہیں، بشمول صارفین، صنعتی اور سائنسی آلات کی ایک وسیع صف۔ بہت سے معیاری انٹیگریٹڈ سرکٹ op amps کی قیمت صرف چند سینٹ ہے۔ تاہم، خاص کارکردگی کی خصوصیات کے ساتھ کچھ مربوط یاہائبرڈ آپریشنل امپلیفائر کی قیمت کم مقدار میں US$100 سے زیادہ ہو سکتی ہے۔ Op amps [2] کو اجزاء کے طور پر پیک کیا جاسکتا ہے یا زیادہ پیچیدہ انٹیگریٹڈ سرکٹس کے عناصر کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔ op amp ایک قسم کا تفریق یمپلیفائر ہے۔ تفریق یمپلیفائر کی دیگر اقسام میں مکمل طور پر تفریق یمپلیفائر شامل ہیں) ایک op amp جس میں واحد اختتامی آؤٹ پٹ کے بجائے تفریق ہے(، آلہ سازی یمپلیفائر) عام طور پر تین op amps سے بنایا جاتا ہے(، تنہائی یمپلیفائر) ان پٹ اور آؤٹ پٹ کے درمیان galvanic تنہائی کے ساتھ(، اور منفی فیڈبیک یمپلیفائر) عام طور پر ایک یا ایک سے زیادہ op amps اور ایک مزاحمتی فیڈبیک نیٹ ورک سے بنایا جاتا ہے۔

تفرقی افزوں گر بہت ہی کار آمد اور مشہور راست گروں کی وضعوں میں سے ایک وضع ہے۔ یہ ایک راست جفت (Direct coupled) افزوں گر ہوتا ہے۔

یہ دو ان پٹ سگنلوں کو قبول کرتا ہے۔ آؤٹ پٹ وولٹیج، دو ان پٹ سگنلوں کے درمیانی فرق کے متناسب ہوتا ہے۔ یہ دونوں ان پت سگنلوں کے لیے مشترک رہنے والے سگنلوں (مثال کے طور رپ شور (Noise) کو مسترد کرتا ہے۔ اس لیے یہ ماحولی تبدیلیوں کے لیے حساس نہیں ہوتا۔ آلات کی تیاری میں اس کے بہت سے اطلاقات ہیں۔ کئی ایک خطی تکمیلی ادوار (Linear Integrated Circuits) میں اس کو ابتدائی ان پٹ دور کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

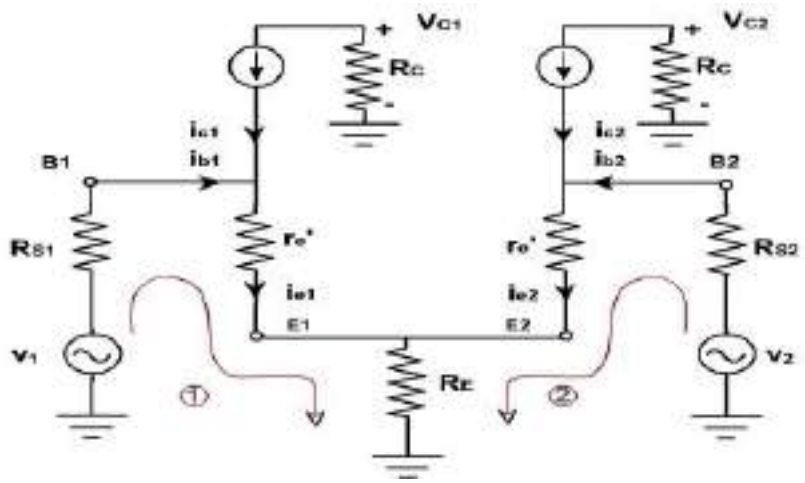
9.1 مقاصد(Objectives)

اس اکائی میں ہم:

- تفرقی افزوں گر بارے میں جانیں گے۔
- مشترک وصع کے مسترد کرنے کی نسبت کی تعریف کریں گے۔

9.2 بنیادی تفرقی افزوں گر(Basic Differential Amplifiers)

بنیادی تفرقی افزوں گر کا دور شکل(9.1)میں دکھایا گیا ہے۔اس دور میں دو مشابہ ٹرانسٹرس$(T_1\ and\ T_2)$ ہوتے ہیں جو اپنے محصل(Collectro)ادوار میں مشابہ مزاحمتیں رکھتے ہیں۔ دور کے دو نصف ایک دوسرے سے قطعاً مطابقت میں ہوتے ہیں۔ خارج کنندہ مزاحمت R_E کے ذریعہ $(-V_{EE})$ سے جڑے ہوئے خارج کنندے دونوں ٹرانزسٹروں کو موزوں میلان پہنچاتے ہیں۔ دور کو ایک تشاکل(symmetrical)برقی پاور کے ذریعے توانائی فراہم کی جاتی ہے۔



Source:https://archive.nptel.ac.in/content/storage2/courses/117107094//lecturers/lecture_2/lecture2_page1.htm

شکل(9.1):بنیادی تفرقی افزوں گر

خارج کنندہ مزاحمت R_E تفرقی افزوں گر کا قلب ہوت اہے۔ یہ دونوں ٹرانسٹروں کو میسر رو کو ایک مستقل قیمت I_0تک محدود کر دیتاہے۔ خارج کنندہ روؤں I_{EI}اورE_{E0}کا مجموعہ ہمیشہ I_0کے مساوی ہوتا ہے۔

اب ہم اس افزوں گر کی کارکردگی کو سمجھنے کی کوشش کریں گے۔ یہ دو ان پٹ سرے (1 اور 2) رکھتا ہے۔ آوٹ پٹ وولٹیج کی پیمائش دونوں محصلوں (Collectors) کے گرد کی جاتی ہے، جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کیجئے کہ دو مساوی مقادیر والے اور یکساں قطبیت (Polarity) رکھنے والے وولٹیجوں میں ایک کو سرے 1 اور ارضیہ (ground) کے درمیان اور دوسرے کو سرے 2 اور ارضیہ کے درمیان عائد کیا گیا ہے۔ یہ محصل روؤں میں مساوی تبدیلیوں کا باعث بنتا ہے اور دونوں محصلوں کے درمیان تفاوت قوہ صفر ہوتا ہے اس کا مطلب یہ ہے کہ دونوں سروں کے لیے مشترک رہنے والے وولٹیج آوٹ پٹ وولٹیج پر اثر انداز نہیں ہوتے۔

ٹرانسسٹر T_2 کے قاعدے (base) کے لحاظ سے اگر ٹرانسسٹر T_1 کا قاعدہ مثبت کیا جاتا ہے تو ٹرانسسٹر T_1 سے گزرنے والی روبڑھ جاتی ہے۔ جبکہ ٹرانسسٹر T_2 سے گزرنے والی رو ایک مساوی مقدار میں گھٹ جاتی ہے کچھ اس طرح کہ I_0 مستقل رہتا ہے۔ چوں کہ $I_{CI} > I_{C2}$ لہٰذا دونوں محصلوں کے مابین ایک تفاوت قوہ ابھر آتا ہے یعنی ایک تفرقی ان پٹ وولٹیج ایک تفرقی آوٹ پٹ وولٹیج کا سبب بنتا ہے۔ کارکردگی کی یہ وضع تفرقی ان پٹ تفرقی آوٹ پٹ وضع کہلاتی ہے۔

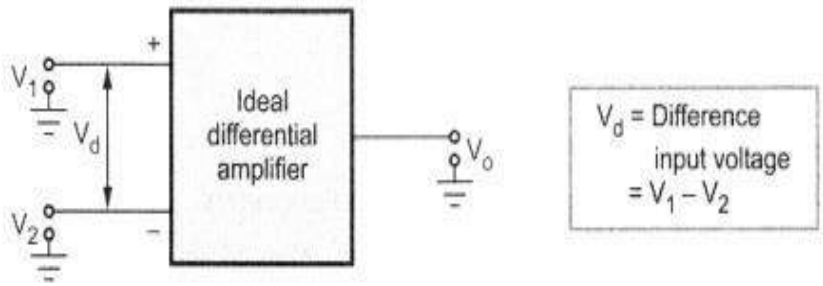
تفرقی افزوں گر کو ایک واحد سرا رکھنے والی آوٹ پٹ وضع میں بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔ فرض کیجئے کہ کسی ایک ان پٹ سرے کو مثلاً T_2 کے قاعدے کو ایک چھوٹی مزاحمت کے ذریعہ ارضیہ کر دیا جاتا ہے۔ T_1 کے قاعدے پر ایک مثبت ان پٹ کی وجہ سے اس کے محصل پر ایک منفی آوٹ پٹ پیدا ہو جاتا ہے۔ یعنی یہ ایک تعاکس پذیر (inverting) افزوں گر کے طور پر کام کرتا ہے۔ اسی کو واحد سرے والے ان پٹ، واحد سرے والے آوٹ پٹ کی تعاکس پذیر وضع کہا جاتا ہے۔ کارکردگی کی اس وضع میں جب اس کے قاعدے کو ایک مثبت قوہ دیا جاتا ہے تو ٹرانسسٹر T_1 میں روبڑھ جاتی ہے I_0 کو مستقل رکھنے کے لیے T_2 میں رو گھٹانی پڑتی ہے۔ اس T_2 کے نتیجے میں سے محصل پر آوٹ پٹ وولٹیج مثبت ہو جاتا ہے لہٰذا اگر ہم T_1 کے قاعدے کو ان پٹ فراہم کرتے ہیں اور T_2 کے محصل پر آوٹ پٹ حاصل کرتے ہیں تو یہ ایک غیر تعاکس پذیر (non-inverting) افزوں گر کے طور پر کام کرتا ہے۔

9.3 تفرقی افزوں گر کی خصوصیات (Characteristics of Differential Amplifiers)

افزائش (gain):

شکل (9.2) میں ایک تفرقی افزوں گر کو دکھایا گیا ہے جس سے دو ان پٹ سگنل V_1 اور V_2 اور ایک آوٹ پٹ سگنل V_1 ہیں۔ ان وولٹیجوں میں سے ہر ایک کی پیمائش ارضیہ (ground) کے لحاظ سے کی جاتی ہے۔ مثالی حالات کے تحت اوٹ پٹ وولٹیج کو اس طرح لکھا جاتا ہے۔

$$V_0 = A_d(V_1 - V_2) \qquad \text{-------(9.1)}$$



Ideal differential amplifier

Source:https://onlineexamguide.com/differential-amplifier/

شکل(9.2): تفرقی افزوں گر کا خاکے کے ذریعے اظہار

جہاں A_d تفرقی سگنل کے لیے افزوں گر کی افزائش ہے۔ اس کو تفرقی افزائش (differential gain) کہا جاتا ہے۔ مثالی حالات کے تحت اگر $V_1 = V_2$ ہو تو آؤٹ پٹ صفر ہو جاتا ہے۔ اس طرح دونوں سروں نے لیے مشترک کسی بھی سگنل (شور) کو افزوں گر مسترد کر دیتا ہے۔

تاہم ایک عملی تفرقی افزوں گر میں اگر $V_1 = V_2$ بھی ہو تو آؤٹ پٹ (output) صفر نہیں آتا۔ اس کا مطلب ہی ہے کہ عملی حالات کے تحت مساوات (9.1) درست نہیں ہوتی۔ ایک عملی تفرقی افزوں گر کا آؤٹ پٹ وولٹیج نہ صرف تفرقی وولٹیج $V_d = (V_1 = V_2)$ پر منحصر ہوتا ہے بلکہ دونوں ان پٹس (inputs) کے لیے مشترک وولٹیج پر بھی انحصار کرتا ہے دونوں انپٹس کے لیے مشترک رہنے والا وولٹیج مشترک وضع کا وولٹیج (common-mode voltage) کہلاتا ہے۔ اس کو $V_C = (V_1 + V_2)/2$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ایک عملی تفرقی افزوں گر کے آؤٹ پٹ۔ ان پٹ وولٹیج کے تعلق کو ذیل کے طور پر لکھا جاتا ہے۔

$$V_0 = A_d(V_1 - V_2) + A_C\left(\frac{V_1+V_2}{2}\right) \qquad \text{---------(9.2)}$$

جہاں A_C مشترک وضع کے سگنل کے لیے افزوں گر کی افزائش ہے۔ ایک مثالی تفرقی افزوں گر کے لیے $A_C = 0$ ہوتا ہے۔

تفرقی اور مشترک وضع کی افزائشوں کی نسبت (A_d/A_C) اس موثریت (effectiveness) کو ظاہر کرتی ہے جس سے کہ افزوں گر دونوں میں ان پٹ سگنلوں کے لیے مشترک وولٹیج کو مسترد کر تا ہے۔ اس کو مشترک وضع کو مسترد کرنے والی نسبت (Common mode rejection ratio) (CMRR) کہا جاتا ہے۔

$$CMRR = \frac{A_d}{A_C} = \rho \qquad \text{--------(9.3)}$$

مساوات 9.2 اور 9.3 کے اجتماع سے ایک عملی تفرقی افزوں گر کے ان پٹ وولٹیج کو اس طرح بتایا جا سکتا ہے۔

$$V_0 = A_d(V_1 - V_2) + \frac{A_d}{CMRR} - \left(\frac{V_1+V_2}{2}\right) \quad \text{--------(9.4)}$$

$$V_0 = A_d V_d \left[1 + \frac{1}{CMRR}\frac{V_c}{V_d}\right] \quad \text{--------(9.5)}$$

مذکورہ بالا مساوات کا ایک جائزہ یہ ظاہر کرتا ہے کہ تفرقی افزوں گر کو اس طرح ڈیزائن کرنا چاہئے کہ اس کے CMRR کی قیمت بلند رہے۔ CMRR کی بلند قیمتوں کے لیے ایسے ٹرانسٹروں کا انتخاب کرنا چاہئے جن کے h_{fe} کی بڑی قیمتیں اور h_{ie} کی چھوٹی قیمتیں ہوں۔

9.4 مثالی عملی افزوں گر (Ideal Operational amplifier)

ایک مثالی عملی افزوں گر کی مندرجہ ذیل خصوصیات ہوتی ہیں۔

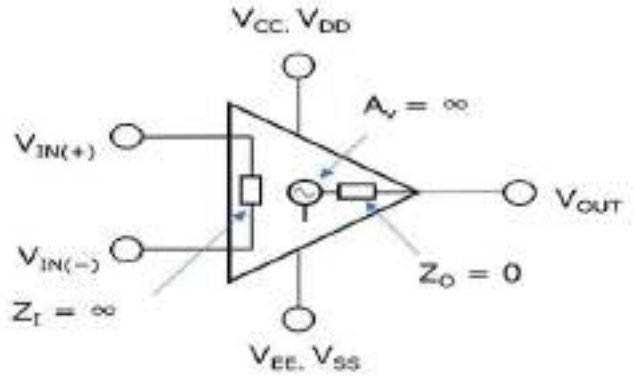
(a) کھلے حلقے کی افزائش $A_0 = \infty$

(b) ان پٹ مقاومت $Z_i = \infty$

(c) آؤٹ پٹ مقاومت $Z_0 = 0$

(d) کی چوڑائی $BW = \infty$

مثالی عملی افزوں گر کے معادل (equivalent) دور کو شکل (9.3) میں دکھایا گیا ہے۔ مذکورہ بالا خصوصیات عملی افزوں گر کو بے حد کار آمد بنا دیتی ہیں۔ اگر اس کی مقاومت لا محدود (infinite) ہوتی ہے تو عملی افزوں گر میں کوئی رو نہیں بہتہ لوڈنگ (loading) کے بعد افزائشوں کی کارکردگی متاثر رہتی ہے۔ کیوں کہ اس کی آؤٹ پٹ مقاومت صفر ہوتی ہے۔



Source:https://toshiba.semicon-storage.com/eu/semiconductor/knowledge/faq/linear_opamp/what-is-the-ideal-op-amp.html

شکل (9.3): مثالی عملی افزائندے کا معادل دور اسکے بیانڈ کی لا محدود چوڑائی کی وجہ سے آوٹ پٹ اور ان پٹ

وولٹیجوں کے درمیان تفاوت قوہ تعدد منحصر نہیں ہوتا۔ افزوں گر کی کارکردگی محض بیرونی باز افزائش پر منحصر ہوتی ہے کیوں کہ اس کی افزائش لامحدود ہوتی ہے۔

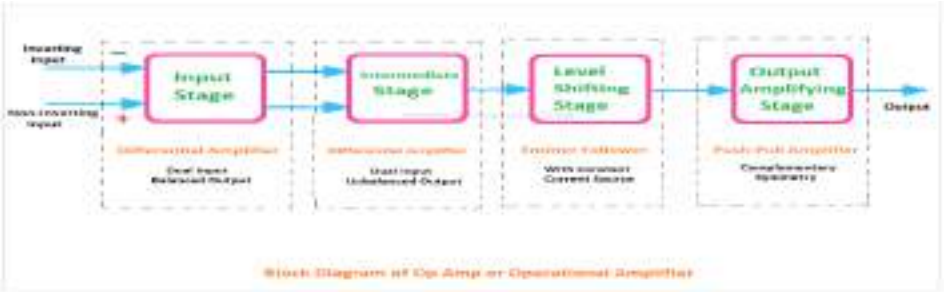
مذکورہ بالا خصوصیات محض مثالی ہیں۔ عملی طور پر ان کا حصول ممکن نہیں ہوتا۔ تاہم موجودہ زمانے میں تکملی دور(integrated circuit)کے استعمال سے جس میں سارا دور ایک سلیکان کے چپ(chip)پر کندا کیا ہوتا ہے عملی افزوں گر تیار کیے جاتے ہیں۔ ایسے افزائندے ایسی خصوصیت رکھتے ہیں جو مثالی افزائیدوں کی خصوصیت سے قریب ہوتی ہیں۔ اس خصوص میں امتیازی قیمتوں کو ذیل میں دیا گیا ہے۔

کھلے حلقے کی افزائش(a)	:	10^6
بینڈ کی چوڑائی(b)	:	$100MHz$
ان پٹ مقادمت(c)	:	$10^5\ to\ 10^{16}\ ohms$
آؤٹ پٹ مقادمت(d)	:	1-10ohms

9.5 عملی افزوں گر بلاک خاکہ(Black diagram of Operational amplifier)

ایک ICوالے عملی افزوں گر کو نفع بخش طور پر استعمال کرنے کے لیے یہ جاننا ضروری نہیں ہوتا کہ اس کے اندر کیا ہوتا ہے۔ تاہم اس کا استعمال کرنے والا ایک اطمینان محسوس کرتا ہے جب اسے اس کے ڈیزائن کی کچھ جان کاری حاصل ہوتی ہے۔ ساتھ ہی وہ اس کی کارکردگی کے حدود کو سمجھنے کے موقف میں ہوگا۔

عام مقاصد کے لئے استعمال کئے جانے والے IC عملی افزوں گر کے بلاک خاکے کو شکل 9.4 میں دکھایا گیا ہے۔ سبھی اقسام کے عملی افزوں میں تفرقی افزوں گر ابتدائی مرحلہ ہوتا ہے۔ اس کے دو ان پٹ سرے ہوتے ہیں۔ یہ اپنے سروں کے درمیان عائد کردہ وولٹیجوں کے فرق کو افزوں(amplify)کرتا ہے۔ تفرقی افزوں گر ان پٹ وولٹیج کو آؤٹ پٹ روؤں میں



Source:https://www.etechnog.com/2019/06/op-amp-block-diagram-operational.html

شکل(9.4):بنیادی عملی افزوں گر کا بلاک خاکہ

OP آؤٹ پٹ چلانے والا I-V کرنٹ۔ وولٹیج تبدیل گر

DA: تفرقی افزوں گر، SA: ثانوی افزوں گر

IV رو سے وولٹیج کا مبادلہ گر (Convertor): OD: آؤٹ پٹ چالک (driver) تبدیل کرتا ہے۔ دوسرا افزوں گر ان رووٴں کو ایک واحد سرے والی رو (Single ended current) میں تبدیل کر دیتا ہے۔ اس لئے اس کو تفرقی سے واحد سرے میں تبدیل کرنے والا مبادلہ گر کہا جاتا ہے۔ یہ واحد سرے والی آؤٹ پٹ رو ایک تیسرے افزوں گر سے وولٹیج میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ آخری آؤٹ پٹ اسٹیج میں برقی طاقت میں اضافہ کرنے کے لیے اور کم قوت والی آؤٹ پٹ مقاومت مہیا کرنے کے لیے ایک بر آمدی چالک کو استعمال کیا جاتا ہے۔

9.6 عملی افزوں گر کے مبدل (Parameters)

ہر عملی افزوں گر کی خصوصی صراحتوں (specifications) کا ایک سیٹ ہوتا ہے۔ ان صراحتوں کے ایک جائزے کے بعد کسی مخصوص اطلاق کے لیے ایک عملی افزوں گر کا انتخاب کیا جاتا ہے۔ اکائی کا یہ حصہ قاری کو مختلف صراحتوں اور ان کی اہمیت سے واقف کراتا ہے۔

i. کھلے حلقے کی افزائش (Ao): یہ کسی باز افزائش کے بغیر عملی افزوں گر کی افزائش ہے۔ اس کی تعریف یہ ہے کہ یہ وہ نسبت ہے جو آؤٹ پٹ وولٹیج میں تبدیلی اور تفرقی ان پٹ وولٹیج کی تبدیلی میں پائی جاتی ہے۔ اس کی صراحت عام طور پر DC پر کی جاتی ہے۔ عملی افزوں گر کھلے حلقے کی حالت میں شاذ و نادر ہی استعمال کیا جاتا ہے۔ تاہم کھلے حلقے کی افزائش اس لحاظ سے نمایاں ہوتی ہے کہ یہ باز افزائش (بند حلقے) والے افزوں گر کی درستگی (accuracy) کا تعین کرتی ہے۔

ii. مشترک وضع کے وولٹیج کی افزائش (AC) یہ وہ نسبت ہے جو آؤٹ پٹ وولٹیج کی تبدیلی اور ان پٹ وولٹیج کی تبدیلی میں پائی جاتی ہے جب کہ دونوں ان پٹ سروں کو ایک دوسرے سے باندھ دیا گیا ہو A_C عموماً A_0 سے ہزار ہا گنا چھوٹا ہوتا ہے۔

iii. مشترک وضع کی مسترد کرنے والی نسبت (CMRR) ایک ہی رخ (Sense) رکھنے والے مساوی وولٹیج جن کو بیک وقت دونوں ایک سروں پر عائد کیا گیا ہو یا ایک واحد وولٹیج جو ایک دوسرے سے بندھے ہوئے ان پٹ سروں پر عاید کیا گیا ہو مشترک وضع کے سگنل کہلاتے ہیں۔ ایک مثالی عملی افزوں گر کے لئے اگر ان پٹ سروں پر عائدہ کردہ سگنلوں میں کوئی فرق نہ ہو تو آؤٹ پٹ وولٹیج صفر ہوتا ہے۔ کام میں لائے جانے والے عملی افزون گروں میں تعاکس پذیر اور غیر تعاکس پذیر ان پٹ

وولٹیجوں میں قدرے مختلف افزائشوں کی وجہ سے ان پٹ وولٹیجوں کے قطعی مساوی ہونے کے باوجود کسی قدر آؤٹ پٹ وولٹیج دیکھنے میں آتا ہے۔

یہ مناسب ہوتا ہے کہ (A_C) کو ایک بہت ہی کم قیمت پر رکھا جائے۔ تب ہی تو افزوں گر اس قابل ہوتا ہے کہ دونوں سروں کے مشترک شور(noise) کو مسترد کرے۔ مشترک وضع کے سگنلوں کو دفع کرنے کی ایک عملی افزوں گر کی قابلیت کو مشترک وضع کے مسترد کرنے والی نسبت(CMRR) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کی یوں تعریف کی جاتی ہے کہ یہ تفرق اور مشترک وضع کی افزائشوں کی نسبت ہوتی ہے۔

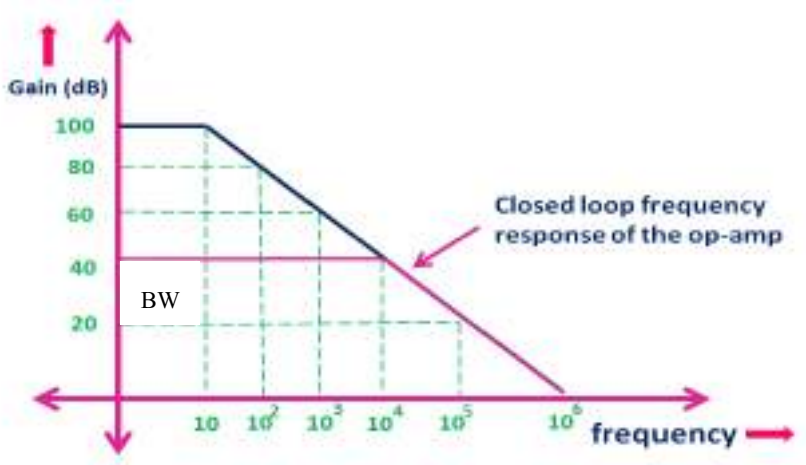
$$CMRR = A_d/A_c \qquad \text{---------(9.6)}$$

CMRR کو ڈیسی بیل(dB) decibels میں بھی ظاہر کیا جاتا ہے۔ اگر $A_d/A_c \ is\ 10{,}000$ ہو تب

$$CMRR = 20\log 10{,}000 = 100dB$$

iv. پٹی کی چوڑائی(BW): کھلے حلقے کی پٹی کی چوڑائی کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ وہ تعدد ہے جس پر A_0، DC پر اپنی قیمت پر 3dB سے کم ہوتا ہے۔

شکل 9.5 یہ ان تعدوں(Frequencies) کی نمائندگی کرتا ہے جس پر کہ عملی افزوں گر کی افزائش واجبی حد تک مستقل رہتی ہے۔ جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ افزائش کو ڈیسی بل(dB) میں ظاہر کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر اگر افزائش 100 ہے تو dB میں اس کی قیمت ہوگی۔ 20log100=40dB اگر افزائش 1000 ہے تو dB میں اس کی قیمت ہوگی 20log1000=60dB۔



Source:https://www.allaboutelectronics.org/gain-bandwidth-product-of-the-op-amp/

شکل 9.5: عملی افزوں گر کا تعدد کے لئے رد عمل

bw پٹی کی چوڑائی

شکل 9.5 میں بتائی گئی منحنی بوڈے ترمیم(Bodeplot) کہلاتی ہے۔ اس عملی افزوں گر کی dc افزائش db100 ہوتی ہے۔
10Hz پر اس کی قیمت 97dB ہوتی۔ لہٰذا اس کی پٹی کی چوڑائی 10Hz ہو گی۔

v. سلیو کی شرح(Slewrate): عملی افزوں گر میں موجود کپیسٹر(Capacitors) اس شرح پر ایک حد عائد کرتے ہیں جس پر کہ آؤٹ پٹ وولٹیج تبدیل ہو سکتا ہے۔ سلیو کی شرح کی تعریف یوں کی جاسکتی ہے کہ یہ بغیر بگاڑ(distortion) کے آؤٹ پٹ وولٹیج کی اعظم ترین شرح تبدیل ہے۔ اس کو وولٹ مائیکرو سکینڈ میں ظاہر کیا جاتا ہے۔ امتیازی سلیو کی شرح $1V/\mu\ sec$ ہوتی ہے۔

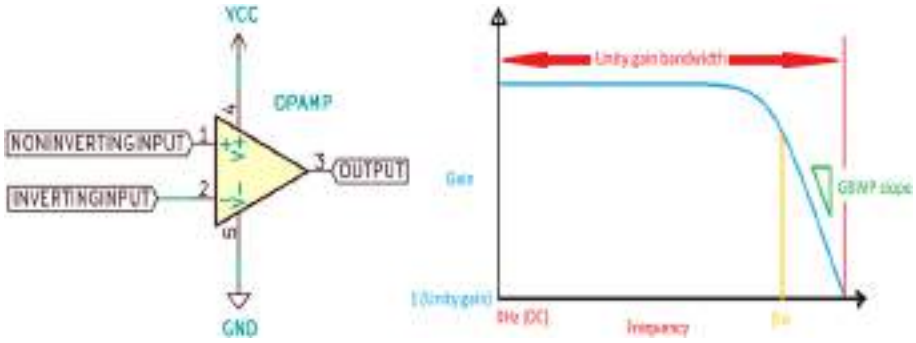
سلیو کی شرح کے باعث بڑے حیطی سگنلوں میں بگاڑ پیدا ہوتا ہے حالاں کہ وہ افزوں گر کے(Pass band) کے اندر واقع ہوتے ہیں۔ جیسی موجوں(Sinewaves) کے لیے۔

$$V_0 = V_p \sin 2\,\pi f t$$
$$\frac{dv_0}{dt} = 2\pi f V_q \cos 2\pi f t$$
$$\text{سلیو کی شرح}\ 2\pi f V_q = S = \left|\frac{dv_0}{dt}\right| \max = \qquad ------(9.7)$$

اس طرح آؤٹ پٹ وولٹیج کی دی ہوئی چوٹی کی قیمت V_p کے لئے ایک بے بگاڑ سگنل کو ظاہر ہونے کے لئے ایک اعظم تعدد f ہوتا ہے۔

vi. **آفسیٹ وولٹیج(Offset Voltage)**(V_{os}): عام طور پر ایک عملی افزوں گر اس کے ان پٹ سروں کو ارضیہ کر دینے پر بھی ایک آؤٹ پٹ سرا وولٹیج دیتا ہے۔ اس وولٹیج کو آفصیٹ وولٹیج کہا جاتا ہے۔ تیاری کے دوران عملی افزوں گر کے ان پٹ اسٹیج میں تشاکل(Symmetry) کی کمی کے سبب سے ایسا ہوتا ہے۔ آؤٹ پٹ وولٹیج کو یوں سمجھا جاسکتا ہے کہ یہ گویا ایک چھوٹے اوٹ پٹ وولٹیج سے نکلتا ہو، جس کو ان پٹ سروں میں سے کسی ایک سے ہم سلسلہ طور پر نکلنے والا آفسیٹ وولٹیج کیا جاتا ہے۔ ان پٹ آفسیٹ وولٹیج کو یوں بھی تعریف کی جاسکتی ہے کہ یہ وہ تفرق dc ان پٹ وولٹیج ہوتا ہے جو ان پٹ سگنل کے بغیر اوٹ پٹ(وولٹیج) کو صفر کرنے کے لیے مطلوب ہوتا ہے۔ IC والے عملی افزوں گر میں آفسیٹ وولٹیج کا رینج(range) 1 سے لے کر 10mv تک ہوتا ہے۔ یہ افزوں ہو جاتا ہے اور آؤٹ پٹ(وولٹیج) کو سیر شدہ کر دیتا ہے۔ لہٰذا بعض اطلاقات میں آفسیٹ وولٹیج کو متوازن(balance) کرنا ضروری ہو جاتا ہے۔

vii. **میلانی روئیں(Bias currents):** میلانی رویں I_b^+ اور I_b^- ان پٹ سروں میں بہتی ہے۔ شکل 9.6 اس وقت بھی جب کہ ان پٹ وولٹیج صفر ہوتا ہے۔ یہ وہ رویں ہوتی ہیں جن کو ان پٹ ٹرانسسٹروں میں میلان(bias) پیدا کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ مساوی در آمدی مقادمتوں کے ساتھ عمدگی سے متوازن کیے ہوئے افزوں گروں میں ان روؤں کا اثر بڑی حد تک زائل ہو جاتا ہے۔ لہٰذا وہ میلانی روؤں یعنی I_b^+ اور I_b^- کا فرق ہوتا ہے جسے آفسیٹ رو کہا جاتا ہے جو کہ دلچسپی کا باعث ہوتا ہے۔ اس کی مثال قیمتیں 1 تا 100 نانو ایمپیر (nanoampers) کے رینج میں ہوتی ہے۔



Sorce:https://components101.com/articles/understanding-bandwidth-limitations-in-operational-amplifiers

شکل 9.6: میلانی رویں (Bias Currents)

9.7 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

ایک تفرقی افزوں گر کی معلوم مقادیر (Parameters) یہ ہیں

$$Gain = 10{,}000$$
$$V_1 = 6mV;$$
$$V_2 = 4mV$$
$$CMRR = 10{,}000$$

اس کا آؤٹ پٹ وولٹیج محسوب کیجئے۔ CMRR کی محدود قیمت کے باعث آؤٹ پٹ وولٹیج میں کون سی خطا (Error) شامل ہو جاتی ہے؟

مثالی حالات $A_C = 0. CMRR = a$

$$V_0 = 10{,}000\ (6mV - 4mV)$$

$$= 10{,}000 \times 2 \times 10^{-3} = 20\ volts.$$

عملی افزائیدہ

$$V_0 = A_d(V_1 - V_2) + \frac{A_d}{CMRR} - \left(\frac{V_1+V_2}{2}\right)$$

$$= 10{,}000 \times 2 \times 10^{-3} + \left(\frac{6+4}{2}\right) \times 10^{-3}$$

$$= 20V + 5 \times 10^{-3}V$$

$$= 20.005\ V$$

$5mV =$ وولٹیج میں خطا

9.8 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- تفرقی اور مشترک وضع کی افزائشوں کی نسبت (A_d / A_C) اس موثریت (effectiveness) کو ظاہر کرتی ہے جس سے کہ افزوں گر دونوں میں ان پٹ سگنلوں کے لیے مشترک وولٹیج کو مسترد کر تا ہے۔ اس کو مشترک وضع کو مسترد کرنے والی نسبت (Common mode rejection ratio) (CMRR) کہا جاتا ہے۔
- راست رو (D.C) کے افزوں گر جو بلند افزائش (gain) بلند ان پٹ مقادمت (impedance) بڑی پٹی کی چوڑائی اور پست آؤٹ پٹ مقادمت کے حامل ہوتے ہیں۔ عملی افزوں گر (Operational amplifier) (Op Amp) کہلاتے ہیں۔ یہ افزوں گر ابتداء ریاضیاتی اعمال جیسے جمع "ضرب تکمیل (Integration) اور تفرق (differentiation) وغیرہ کو انجام دینے کے لیے بنائے گئے تھے اس لئے ان دو عملی افزوں گر کا نام دیا گیا۔ ان کو تمثیلی (انالوگ) (analogue) کمپیوٹروں اور دوسرے آلات میں بڑے پیمانے پر استعمال کیا جاتا ہے۔ جس کے باعث اس کو ہمہ گیر (Versatile) عملی افزوں گر بھی کہا جاتا ہے۔

9.9 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **CMRR** : تفرقی اور مشترک وضع کی افزائشوں کی نسبت (A_d / A_C) اس موثریت (effectiveness) کو ظاہر کرتی ہے جس سے کہ افزوں گر دونوں میں ان پٹ سگنلوں کے لیے مشترک وولٹیج کو مسترد کر تا ہے۔ اس کو مشترک وضع کو مسترد کرنے والی نسبت (Common mode rejection ratio) (CMRR) کہا جاتا ہے۔
- **Op Amp**: راست رو (D.C) کے افزوں گر جو بلند افزائش (gain) بلند ان پٹ مقادمت (impedance) بڑی پٹی کی چوڑائی اور پست آؤٹ پٹ مقادمت کے حامل ہوتے ہیں۔ عملی افزوں گر (Operational amplifier) (Op Amp) کہلاتے ہیں۔

9.10 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

9.10.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. وضاحت کریں کہ آپریشنل ایمپلیفائر کیا ہے؟
2. مثالیop-amp کا تجزیہ کرنے کے لیے بنائے گئے ریاستی مفروضے۔
3. وضاحت کریں کہ ایکop-amp کا وولٹیج ٹرانسفر کیا ہے؟
4. وضاحت کریں کہ تفریق امپلیفائر کا امتیازی فائدہ اور کامن موڈ گین کیا ہیں؟
5. CMRR کی وضاحت کریں۔
6. وضاحت کریں کہinverting application میں اوپن-لوپop-amp کنفیگریشنز کیوں استعمال نہیں کی جاتی ہیں؟
7. وضاحت کریں کہ وولٹیج فالوور ایمپلیفائر استعمال کرنے کے کیا فوائد ہیں؟
8. وضاحت کریں کہ الٹا ایمپلیفائر کیا ہے؟
9. وضاحت کریں کہ ایڈر یا سمنگ ایمپلیفائر کیا ہے؟
10. CMRR کیا ہے؟
11. آئیڈیل اوپی اے ایم پی کی خصوصیت کیا ہے؟
12. یمپلیفائر کیا ہے؟...
13. نان انورٹنگ ایمپلیفائر کا فارمولا کیا ہے؟
14. OPAMP میں کامل توازن کیا ہے؟.
15. کون سے OPAMP میں فیڈبیک لوپ نہیں ہے؟
16. اوپی اے ایم پی کو ڈائریکٹ کپلڈ ہائی ڈیفرینشل سرکٹ کیوں کہا جاتا ہے؟
17. OPAMP کو آپریشنل ایمپلیفائر کیوں کہا جاتا ہے؟

9.10.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. ایک مثالی عملی افزوں گر کی خصوصیت کیا ہوتی ہے؟ان خصوصیت کا اصول عملی طور پر کس حد تک ممکن ہے؟
2. ان کی تعریف بیان کیجئے (1)۔ آفسیٹ وولٹیج (2)۔ میلانی رویں اور (3)۔ ایک عملی افزوں گر کی CMRR۔

3. ایک عملی افزوں گر کا بلاک خاکہ بنائیے اور اس کے ہر بلاک کی کارکردگی کی وضاحت کیجئے۔

9.10.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. تفریق یمپلیفائر سرکٹ کو گراف کی مدد سے اس کی وضاحت کریں۔
2. OpAmp کا استعمال کرتے ہوئے زیرو کراسنگ ڈیٹیکٹر کی وضاحت کریں۔
3. Op-amp کے بنیادی پیرامیٹرز کی وضاحت کریں۔

9.10.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. ایک عملی افزوں گر کی تفرقی افزائش 20,000 ہے۔ اس کی CMRR 100 dB ہے۔ اس کی مشترک وضع کی افزائش کتنی ہوگی؟

(جواب:5)

2. ایک عملی افزوں گر کا اعظم ترین بغیر بگاڑ والا (Undistorted) آوٹ پٹ وولٹیج 1MHz پر 10v (اعظم) ہے۔ اس افزوں گر کی سلیو کی شرح کو محسوب کیجئے۔

9.11 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

---

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی10۔ عملی افزوں گر کے اطلاقات

(Applications of Op-Amplifier)

اکائی کے اجزا

10.0	تمہید
10.1	مقاصد
10.2	کامل عملی افزوں گر کا ایک سادہ نمونہ
10.3	تعکس پذیر افزوں گر
10.4	غیر تعکس پذیر افزوں گر
10.5	جامع افزوں گر
10.6	عملی افزوں گر کا تکمیل کنندہ
10.7	عمل افزوں گر کا تفرق کنندہ
10.8	حل شدہ مثالیں
10.9	اکتسابی نتائج
10.10	کلیدی الفاظ
10.11	نمونہ امتحانی سوالات
10.11.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
10.11.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
10.11.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
10.11.4	غیر حل شدہ سوالات
10.12	تجویز کردہ اکتسابی مواد

10.0 تمہید(Introduction)

کامل حالات کے تحت ایک عملی افزوں گر کے تعاکس پذیر اور غیر تعاکس پذیر سروں پر وولٹیج مجازی طور پر(virtually)مساوی ہوتے ہیں۔ یہ اصول مجازی مساوات(Principle of virtual equality)کہلاتا ہے۔ یہ اصول ہمیں اس موقوف میں لاتا ہے کہ ہم عملی افزوں گر کی مخالف ترتیبوں کا ایک آسان طریقے سے تجزیہ کر سکیں۔ یہ اصول مجازی میدان(Virtual ground)کے تصور کی جانب ہماری رہنمائی کرتا ہے۔ عملی افزوں گر کی افزائش مع باز افزائش کے نٹ ورک کے بند حلقے کی افزائش کہلاتا ہے۔

op amp ایک قسم کا تفریق یمپلیفائر ہے۔ تفریق یمپلیفائر کی دیگر اقسام میں مکمل طور پر تفریق یمپلیفائر شامل ہیں) ایک op amp جس میں سنگل اینڈڈ آؤٹ پٹ کے بجائے تفریق ہے(، انسٹرومینٹیشن یمپلیفائر) عام طور پر تین op amps سے بنایا جاتا ہے(، آئسولیشن یمپلیفائر) ان پٹ اور آؤٹ پٹ کے درمیان galvanic تنہائی کے ساتھ(، اور منفی فیڈبیک یمپلیفائر) عام طور پر ایک یا ایک سے زیادہ op amps اور ایک مزاحمتی فیڈبیک نیٹ ورک سے بنایا جاتا ہے۔

10.1 مقاصد(Objectives)

اس اکائی میں ہم:

- مثالی(Ideal) عملی افزوں گر کی تعریف کریں گے۔
- عملی افزوں گر کو ایک جمع کرنے والے آلے(Summing device)تکمیل کنندے(integrator)اور تفرق کنندے(Differentiator)کے طور پر استعمال کرنے کا طریقہ کو معلوم کریں گے۔

10.2 کامل عملی افزوں گر کا ایک سادہ نمونہ(Simple model of Op-Amplifier)

ایک کامل عملی افزوں گر کے آؤٹ پٹ وولٹیج کو یوں لکھا جاتا ہے۔

$$V_0 = A_0(V_- - V) \qquad \text{---------(10.1)}$$

جہاں +V اور -V علی الترتیب تعاکس پذیر اور غیر تعاکس پذیر ان پٹ سروں پر عائد کردہ وولٹیج ہیں۔ V_0 کے لئے محدود قیمتوں کے ساتھ اور A_0 کے لئے بڑی قیمت کے لیے ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

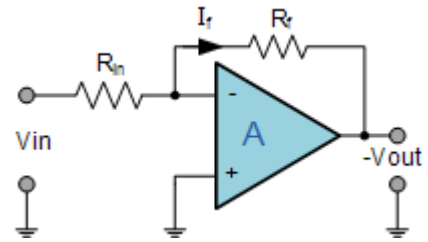
$$\frac{V_0}{A} = V_+ - V_- = 0$$

یا

$$V_+ = V_- \qquad \text{-------(10.2)}$$

یہ شرط اس نتیجہ کی جانب ہماری رہنمائی کرتی ہے کہ دو ان پٹ سروں پر وولٹیج مجازی طور پر مساوی ہیں۔ اس کو اصول مجازی مساوات کہا جاتا ہے۔ یہ افزوں گر کی مخالفت ترتیبوں کا تجزیہ کرنے کا نہایت مؤثر طریق کار ہے۔

ایک غیر تعاکس پذیر سرے کو ارضیہ سے مربوط کر دیں۔ تو مذکورہ بالا اصول کے مطابق تعاکس پذیر ان پٹ سرا مجازی طور پر ارضیہ کہلاتا ہے۔ یہ نظریہ کئی ایک عملی افزوں کے ادوار(circuits)میں بے حد کار آمد ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر اس مشترک مجازی ارضیہ سے دو زیادہ سے زیادہ مزاحم(resistor)جوڑے گئے ہوں تب بھی وہ ان پٹ سگنل کے میدانوں



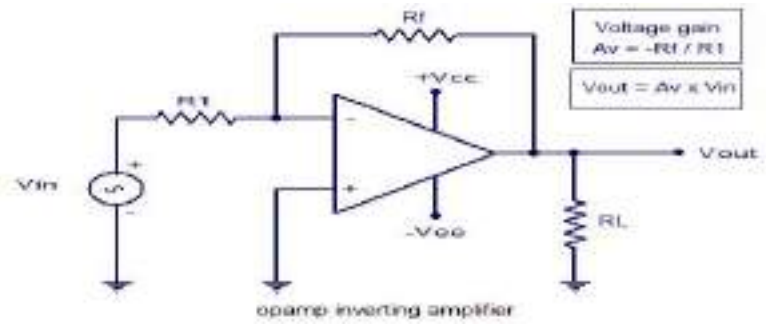
Source:https://www.electronics-tutorials.ws/opamp/opamp_8.html

تعاکس پذیر افزوں گر S مجازی ارضیہ

شکل(10.1)

کے درمیان کوئی نمایاں وولٹیج کا جوزک(coupling)نہیں پیدا کرتے۔ اس کا سبب یہ ہوتا ہے کہ اس مشترکہ سرے کے نقطے پر لازمی(یا مجازی)طور پر کوئی وولٹیج موجود نہیں ہوتا۔ مجازی ارضیہ ان پٹ سگنل کے مبداوں کو ایک دوسرے سے علاحدہ کر دیتا ہے۔

10.3 تعکس پذیر افزوں گر(Inverting Amplifier)



شکل(10.2)

شکل10.2 میں بنیادی عملی افزوں کو دکھایا گیا ہے۔چونکہ $V_+ = 0$ سے لہٰذا ہمیں حاصل ہو گا۔$V - = 0$ R_1 سے گزرنے والی رو کو اس طرح ظاہر کیا جائے گا $I = V_i / R_i$ چوں کہ ہم نے فرض کیا ہے کہ درآمدی مقادمت غیر محدود سے لہٰذا عملی افزوں گر سے کوئی کرنٹ نہیں گزرتا۔اس کے نتیجہ میں وہی کرنٹ I R_i اور R_f سے بہتا ہے۔آؤٹ پٹ وولٹیج کو یوں ظاہر کیا جاے گا۔

$$V_0 = -I\ R_f = -V_i \frac{R_f}{R_i} \qquad \text{---------(10.3)}$$

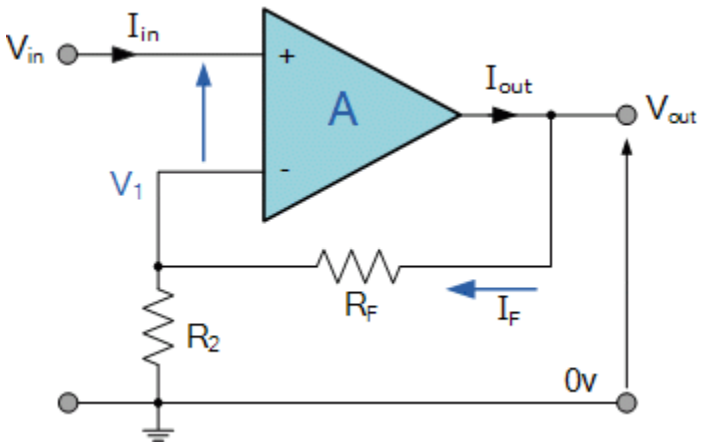
کامل بند حلقے کی افزائش(ideal closed loop gain)اس طرح ہو گی۔

$$G = \frac{V_0}{V_1} = -\ R_f / R_i \qquad \text{-------(10.4)}$$

اس طرح ظاہر ہے کہ عملی افزوں گر کے بند حلقے کی افزائش صرف اباز افزائش اور ان پٹ مزاحمتو(resistors)پر منحصر ہوتی ہے۔اس کو ضرب(multiplication)کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔مثال کے طور پر اگر $R_f / R_i = 10$ ہو تو ان پٹ وولٹیج کو 10 سے ضرب دیا جاتا ہے۔

10.4 غیر تعکس پذیر افزوں گر(Non-inverting Amplifier)

شکل10.3 میں غیر تعکس پذیر افزوں گر کی ترتیب کو دیکھا گیا ہے۔



Source:https://www.electronics-tutorials.ws/opamp/opamp_3.html

شکل(10.3):غیر تعکس پذیر افزوں گر

$$V+ = V_i = V -$$

اس دور میں مجازی مساوات کے اصول کے مطابق ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

تب

$$I = \frac{V_i}{R_i} \text{ ہو گا}$$

چونکہ روا بھی R_f سے گزرتی ہے لہٰذا ہمیں حاصل ہو گا۔

$$V_0 = V_i + IR_f$$
$$= V_i + V_i \frac{R_f}{R_i}$$
$$= V_i \left(1 + \frac{R_f}{R_i}\right) \quad \text{--------(10.5)}$$

یہاں علامت میں کوئی تبدیلی نہیں ہے (ان پٹ اور آؤٹ پٹ وولٹیجوں کی ہیئتیں یکساں ہیں) یہ بات نوٹ کی جانی چاہئے کہ اس ترتیب میں مبداء V_i سے (برخلاف مبادلہ گر کے کوئی رو حاصل نہیں کی گئی ہے۔ لہٰذا درآمدی مقادمت کافی بلند ہوتی ہے۔

10.5 جامع افزوں گر (Summing Amplifier)

شکل 10.4 میں دکھائے گئے دور میں ایسی ترمیم کی جاسکتی ہے جیسی کی شکل میں دکھائی گئی ہے جس میں تین ان پٹ مبدائے ہیں۔ مجازی مساوات کے نظریے کو استعمال کر کے اس جامع (adder) ترتیب (configuration) کے طریقہ کار کو سمجھا جاسکتا ہے چوں کہ غیر تعاکس پذیر سرے کو ارضیہ (carth) سے مربوط کیا گیا ہے لہٰذا $V = 0$ ہو گا۔

$$V_0 = -R_f(I_A + I_B + I_C)$$
$$= R_f \left(\frac{V_A}{R_A} + \frac{V_B}{R_B} + \frac{V_C}{R_C}\right) \quad \text{--------(10.6)}$$

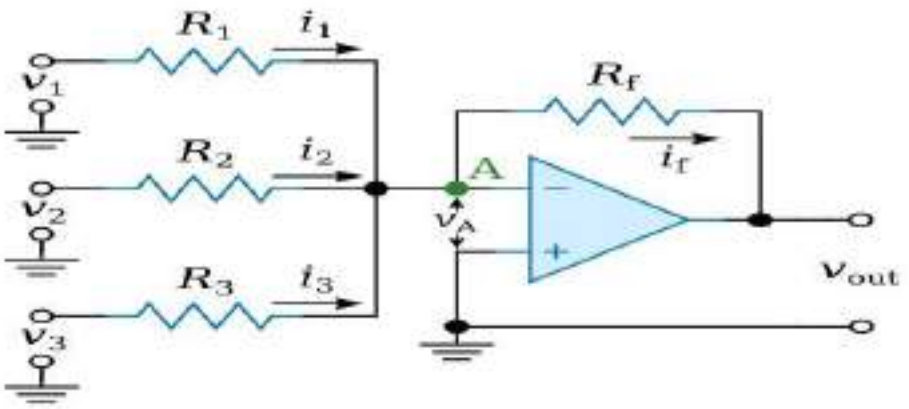
اگر $R_A = R_B = R_C = R_f$ ہو تو ہمیں حاصل ہو گا

$$V_0 = -(V_A + V_B + V_C) \quad \text{-------(10.7)}$$

آؤٹ پٹ وولٹیج تینوں ان پٹ وولٹیج کے حاصل جمع کے مساوی ہو گا۔

اگر $R_A = R_B = R_C = 3R_f$ ہو تب

$$V_0 = \frac{1}{3}(V_A + V_B + V_C) \quad \text{--------(10.8)}$$



Source:https://ecstudiosystems.com/discover/textbooks/basic-electronics/operational-amplifiers/summing-amplifier/

شکل(10.4): جامع افزوں گر

یعنی ی ہ ایک اوسط معلوم کرنے والے دور کے طور پر کام کرتا ہے۔ تینوں ان پٹ وولٹیجوں کے وزن شدہ اوسط کو حاصل کرنے کے لئے $R_B = \frac{1}{2}R_A$ اور $R_C = R_f = \frac{1}{3}R_A$ کرنا ہوگا، تب ہمیں حاصل ہوگا۔

$$V_0 = -\frac{1}{3}(V_A + 2V_B + 3V_C) \qquad \text{---------}(10.9)$$

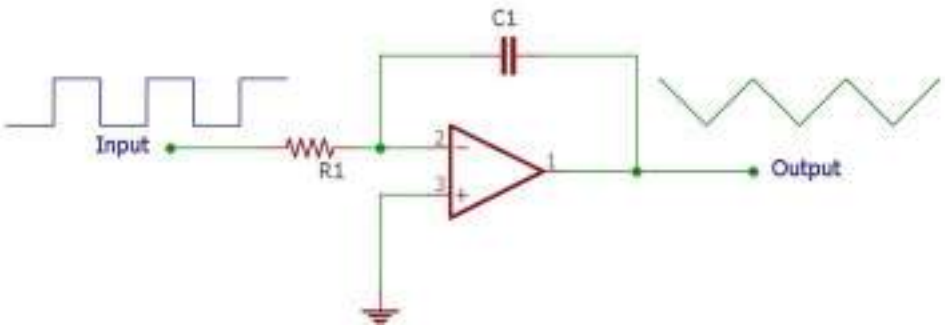
اوسط کی تحسیب میں ہم نے V_B کو V_A کا دو گنا وزن دیا گیا ہے اور V_C کو V_A کا تین گناہ وزن دیا گیا ہے۔ اس طرح آؤٹ پٹ وولٹیج تینوں وولٹیج کا وزن شدہ (weighted) اوسط ہے۔

10.6 عملی افزوں گر کا تکمیل کنندہ (Integrator of OP AMP)

شکل 10.5 میں ایک عملی افزوں گر کے تکمیل کنندہ کو دکھایا گیا ہے۔ غیر تعکس پذیر ان پٹ کو ارضیہ سے جوڑا گیا ہے۔ اس لیے تعکس پذیر ان پٹ وولٹیج ارضی قوہ (ground potential) پر ہوتا ہے۔ R سے گزرنے والی رو I کو اس طرح بتایا جاتا ہے۔ V_i/R کے مکثفے کے گرد وولٹیج آوٹ پٹ وولٹیج کے مساوی ہوتا ہے اس کو اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$V_0 = \int \frac{-Q}{C} = -\int \frac{Idt}{C}$$

$$= -\frac{1}{RC}\int V_i dt \qquad \text{---------}(10.10)$$



Source:https://circuitdigest.com/tutorial/op-amp-integrator-circuit-working-construction-applications

شکل(10.5): عملی افزوں گر کا تکمیل کنندہ

جہاں وقت کا مستقل $RC = T$ تکمیل کنندہ کا خصوصی وقت کہلاتا ہے۔ $\frac{1}{T}$ سے تکمیل کنندے کی افزائش حاصل ہوتی ہے۔ یہ ایک عامل تکمیل کنندہ کہلاتا ہے اس لئے کہ عامل جز (عملی افزوں گر) تکمیل کے حصول میں استعمال کیا جاتا ہے۔

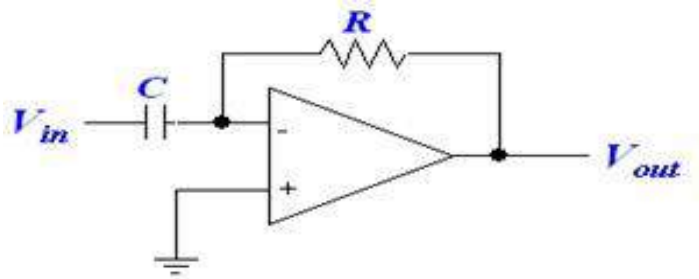
اگر عامل تکمیل کنندے کا ان پٹ وولٹیج ایک راست کرنٹ کا وولٹیج ہے تو اس کے آؤٹ پٹ V کو اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$V_0 = -\frac{V_i}{RC} \qquad \text{--------(10.11)}$$

آؤٹ پٹ وولٹیج وقت کے ساتھ خطی طور پر (Linearly) تبدیل ہوتا ہے یعنی یہ ایک مائل وولٹیج (Ramp voltage) پیدا کرتا ہے۔ اگر اس کا ان پٹ (input) ایک مربع موج (square wave) ہے تو اس کا آؤٹ پٹ ایک مثلثی موج (Triangular wave) ہوگا۔

10.7 عمل افزوں گر کا تفرق کنندہ (Op Amp Differentiator)

شکل 10.6 میں عامل عملی افزوں گر کے تفرق کنندے کو دکھایا گیا ہے۔



Source:https://electronics.stackexchange.com/questions/474101/stability-of-differentiator-circuit

شکل(10.6): عملی افزوں گر کا تفرق کنندہ

غیر تعکس پذیر سرے کو ارضیے سے جوڑا گیا ہے لہذا نقطہ S مجازی ارضیہ پر ہو گا۔ لہذا مکثفے سے گزرنے والی رو کو اس طرح ظاہر کیا جائے گا۔

$$I = C\frac{d(V_i)}{dt} \qquad \text{-------}(10.12)$$

باز افزائش رو I_f کو یوں ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$I_f = \frac{V_0}{R}$$

چوں کہ $I_f = -I,$ ہوتا ہے لہذا ہمیں حاصل ہو گا۔

$$V_0 = -RI = RC\frac{dV_i}{dt} \qquad \text{------}(10.13)$$

ان پٹ وولٹیج ان پٹ وولٹیج کے تفرقے (differential) کے متناسب ہوتا ہے۔

10.8 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

ایک تفرقی افزوں گر کی معلوم مقادیر (Parameters) یہ ہیں

$$Gain = 10{,}000$$
$$V_1 = 6mV;$$
$$V_2 = 4mV$$
$$CMRR = 10{,}000$$

اس کا آؤٹ پٹ وولٹیج محسوب کیجئے۔ CMRR کی محدود قیمت کے باعث آؤٹ پٹ وولٹیج میں کون سی خطا (Error) شامل ہو جاتی ہے؟

حل:

$$A_C = 0. CMRR = a$$
$$V_0 = 10{,}000\ (6mV - 4mV)$$
$$= 10{,}000 \times 2 \times 10^{-3} = 20\ volts.$$

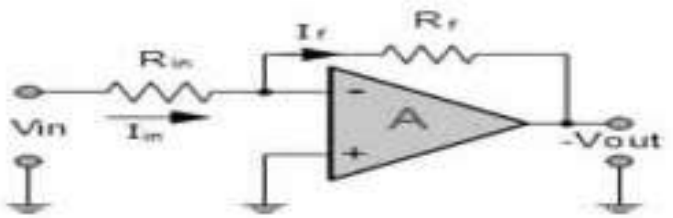
عملی افزائیدہ

$$V_0 = A_d(V_1 - V_2) + \frac{A_d}{CMRR} - \left(\frac{V_1+V_2}{2}\right)$$
$$= 10{,}000 \times 2 \times 10^{-3} + \left(\frac{6+4}{2}\right) \times 10^{-3}$$

$$= 20V + 5 \times 10^{-3}V$$
$$= 20.005\ V$$
$$\text{وولٹیج میں خطا} = 5mV$$

حل شدہ مثال2

شکل(10.2)میں دکھائی گئی ایک مخصوص مثال پر غور کرتے ہوئے مجازی ارضیہ کا تفصیلی مطالعہ کریں گے۔ یہ ایک اکائی (Unity)افزائش والا معکوس گر ہے۔



$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_f}{R_{in}}$$

Source:https://www.galvinpower.org/what-op-amp-circuit-configuration-is-this/

شکل(10.6)

شکل10.6 مجازی ارضیہ S پر 100μ کو مجازی طور پر ارضیہ سے جوڑا گیا ہے۔ یہاں اوٹ پٹ وولٹیج ہو گا۔

حل:

$$V_0 = \frac{-R_f}{R_i} V_i = -\frac{10}{10} \times 10 = -10 volts$$

عملی افزوں گر کے کھلے حلقے کی یہاں استعمال کی گئی افزائش 100,00 ہے۔ ایک $10V-$ کے آؤٹ پٹ وولٹیج کو پیدا کرنے کے لئے دونوں ان پٹ سروں کے درمیان ایک وولٹیج V_S ایسا ہونا چاہئے جس کو اس طرح بنایا جاسکتا ہے۔

$$V_s = \frac{-V_0}{A_0} = \frac{10V}{100,000} = 100\mu V$$

$100\mu V$ کا یہ قلیل سا تفرقی وولٹیج ایک مجازی ارضیہ (Virtual ground) ہے۔

10.9 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- مجازی تساوی (Virtual equality) کا اصول، مجازی ارضیے کے نظریہ کی جانب ہماری رہنمائی کرتا ہے عملی افزوں گر کو ایک جامع آلے، تکمیل کنندے اور تفرق کنندے کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

10.10 کلیدی الفاظ (Keywords)

- عملی افزوں گر (Op Amp): ایک راست رو کا افزوں گر جس کی بلند افزونی بڑی پٹی کی چوڑائی بلند ان پٹ مقادمت اور پست آؤٹ پٹ مقادمت ہوتی ہے۔
- کھلے حلقے کی افزائش (Open – loop gain): باز افزائش کے حلقے کی بغیر افزائش
- پٹی کی چوڑائی (Band width): تعددوں (frequencies) کی پٹی جس پر افزوں گر کی افزائش، اس کی اعظیم ترین قیمت کے ایک صراحت کردہ جز کے اندر منطبق ہوتی ہے۔
- ان پٹ مقادمت (Output Impedance): ایک الکٹرانی سرکٹ یا آلے (device) کے آؤٹ پٹ سرے پر موجود مقادمت۔
- مستقل رو کا منبع (Constant current source): ایک سرکٹ جس کی آؤٹ پٹ روو وولٹیج پر منحصر نہیں ہوتی۔
- تکمیلی سرکٹ (Integrated circuit): ایک مکمل سرکٹ جس کو واحد پیاکیج (package) کے طور پر تیار کای جاتا ہے۔ سارے کا سارا سرکٹ بشمول ٹرانسسٹروں، مزاحمتوں اور مکثفوں کے ایک واحد سلیکان کے ٹکڑے پر کندہ (engrave) کیا ہوتا ہے۔

10.11 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

10.11.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. الٹا ایمپلیفائر ایک _____ ہے؟
2. کون سا فیڈبیک op-amps کو inverting استعمال کیا جاتا ہے؟
3. انورٹنگ ایمپلیفائر میں کتنے ریزسٹرس استعمال ہوتے ہیں؟
4. کون سا ٹرمینل الٹا ایمپلیفائر میں گراؤنڈ کیا جاسکتا ہے؟
5. op-amps کو inverting کرنے کا کیا فائدہ ہے؟

6. Inverting amplifiers کی خصوصیات کیا ہیں؟
7. Inverting amplifiers کی ان پٹ رکاوٹ ___________ ہے؟
8. انورٹنگ ایمپلیفائر میں آپریشنل ایمپلیفائر ___________ ریجن میں ہوتا ہے؟
9. مثالی حالات میں انورٹنگ ایمپلیفائر میں آؤٹ پٹ پر مزاحمت کیا ہے؟
10. کون سا اہم جز ہے جو اوپ-امپ فنکشن کو inverting and non inverting کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے؟
11. الٹا ایمپلیفائر کے مختلف فوائد کیا ہیں؟
12. انورٹنگ ایمپلیفائر کہاں استعمال کیے جاسکتے ہیں؟

10.11.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. وولٹیج فالوور کیا ہے، اور اس کا اطلاق کیا ہے؟
2. سنگل اینڈڈ اور ڈیفرینشل اوپ امپ ان پٹ کے درمیان کیا فرق ہے؟
3. ایک Op Amp فرق کیا ہے، اور اس کا اطلاق کیا ہے؟
4. Ideal Op Amps کا اصول کیا ہیں؟

10.11.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. ایک Op Amp کیا ہے اور اس کی خصوصیات کیا ہیں؟
2. Op Amps کی ایپلی کیشنز کیا ہیں؟
3. غیر الٹنے والا ایمپلیفائر کیا ہے، اور یہ کیسے کام کرتا ہے؟
4. انورٹنگ ایمپلیفائر کیا ہے، اور یہ کیسے کام کرتا ہے؟

10.11.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. ایک تفرقی افزوں گر کی معلوم مقادیر (Parameters) یہ ہیں $Gain = 20{,}000$, $V_1 = 8mV;$ $V_2 =$ $6mV$, $CMRR = 30{,}000$

10.12 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی 11۔ منفی شعاعوں والا اہتزاز پیما

(Cathode Ray Oscilloscope)

اکائی کے اجزا

11.0		تمہید
11.1		مقاصد
11.2		کیتھوڈ شعاع اہتزاز نما
11.3		CRT کی بناوٹ
11.4		CRO کے مختلف کنٹرولز
11.5		حل شدہ مثالیں
11.6		اکتسابی نتائج
11.7		کلیدی الفاظ
11.8		نمونہ امتحانی سوالات
	11.8.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	11.8.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	11.8.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
	11.8.4	غیر حل شدہ سوالات
11.9		تجویز کردہ اکتسابی مواد

11.0 تمہید (Introduction)

کیتھوڈرے آسیلو سکوپ ہر الیکٹرانکس اور الکٹریکل انجینئرنگ تجربے گاہوں بشمول ریسرچ لیبارٹریز میں ایک بنیادی اور ورسٹائل آلا ہے۔ اسے مختصراً CRO کہا جاتا ہے اور Oscilloscope کے نام سے بھی جانا جاتا ہے۔ CRO کے استعمال ac یا dc وولٹیج، تعدد اور سگنل کی اہم خصوصیات جیسے کرنٹ کی بالواسطہ پیمائش اور لہروں کی تشخیص، dc یا ac، مدت، ویوفارم کی ایک وسیع رینج جیسے عروج کا وقت، گرنے کا وقت، بجنے اور اوورر شوٹ کرنے کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ ہم ویوفارم کو ٹریس کرنے، اس کے حیطہ کی پیمائش، مدت کی پیمائش اور ویوفارم کی فریکوینسی (تعدد) کو حاصل کرنے کے لئے CRO کا استعمال کرتے ہیں۔

11.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی میں ہم:

- ایک CRO کا بلاک خاکہ بنائیں گے۔
- CRO کے اہم ذیلی نظاموں کی وضاحت کریں گے۔
- CRO کے مختلف حصوں کے بنیادی افعال کی وضاحت کریں گے۔
- CRO کی بناوٹ اور اس کے کام کی وضاحت کریں گے۔
- لہروں کے حیطہ کی پیمائش، تعدد اور ہئیت کی پیمائش کرنے کے طریقہ کی وضاحت کریں گے۔
- دو لہروں کے درمیان ہئیت میں فرق کی پیمائش کریں گے۔

11.2 (کیتھوڈ آسیلو سکوپ) کیتھوڈ شعاع اہتزاز نما (Cathodes Ray Oscilloscope)

کیتھوڈرے آسیلو سکوپ یعنی کیتھوڈ شعاع اہتزاز نما ایک الکٹرانک آلہ ہے جو ویوفارم کی بصری تصویر دینے کا قابل ہے۔ یہ بڑے پیمانے پر ریڈیو اور ٹیلی ویژن رسیورز کے ساتھ ساتھ تحقیق اور ڈیزائن پر مشتمل لیبارٹری کے کام کے لئے بھی استعمال ہوتا ہے۔ آسیلو سکوپ کے ساتھ ویوفارم کی شکل کا حیطۂ کی تحریف اور معمول سے انحراف کے حوالے سے مطالعہ کیا جاسکتا ہے۔ اسکے علاوہ یہ وولٹیج، تعدد اور فیز شفٹ کی پیمائش کے لئے بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔

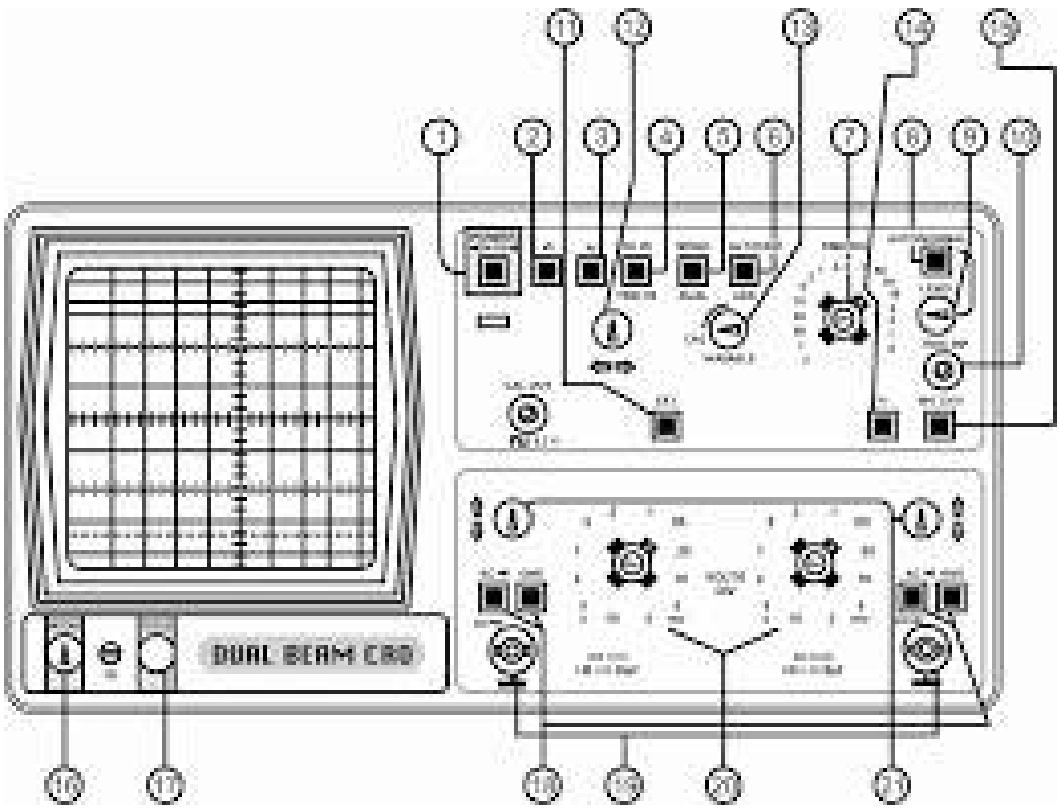
ایک آسیلو سکوپ میں الیکٹران ایک کیتھوڈ سے تیز رفتاری سے خارج ہوتے ہیں اور فلوروینٹ اسکرین پر توجہ مرکوز کرنے کے لئے لائے جاتے ہیں۔ اسکرین ایک نظر آنے والی جگہ پیدا کرتی ہے جہاں الیکٹران بیم ٹکراتی ہے۔ برقی سگنل کے جواب میں اسکرین پر

الیکٹران کی رفتار کو موڑنے سے، الیکٹرانون کو روشنی کی ایک برقی پینل کے طور پر کام کرنے کے لئے بنایا جاسکتا ہے۔ جو جہاں کہیں بھی ٹکراتی ہے اور روشنی کا ایک دھبہ پیدا کرتی ہے۔ CRO تعارف میں درج مختلف سگنل پیرامیٹرز کا مشاہدہ کرنے کے لئے CRO کے فرنٹ پینل پر بہت سے کنٹرول بٹن ہیں جن کو مناسب طریقے سے سیٹ کرنا ہو گا۔ آسیلو سکوپ کے مناسب آپریشن کے لئے تمام کنٹرولز فرنٹ پینل پر نصب ہیں۔ مندرجہ ذیل شکل نمبر () میں ایک عام مقصد کے ڈوئل تریس آسیلو سکوپ کے سامنے والے پینل پر مختلف کنٹرولر کے مقام کو ظاہر کرتا ہے۔ ایسے CRO میں دو الگ الگ چینلنز پر بیک وقت دو سنگل دیکھے جاسکتے ہیں۔ یہ نوٹ کیا جاتا ہے کہ ایک ماڈل سے دوسرے میں مختلف CRO مختلف کنٹرولز کا مقام ہو سکتا ہے۔

(CRO Front Panel)

شکل نمبر (11.1): ایک عام مقصد والا CRO کے فرنٹ پینل پر مختلف کنٹرول بٹن IP کے ساتھ

آگے کی ٹیبل نمبر (11.1) میں ہر ایک کنٹرول بٹن کے فعل کو تفصیل سے بتایا گیا ہے۔



Schematic diagram of front panel of typical general purpose CRO

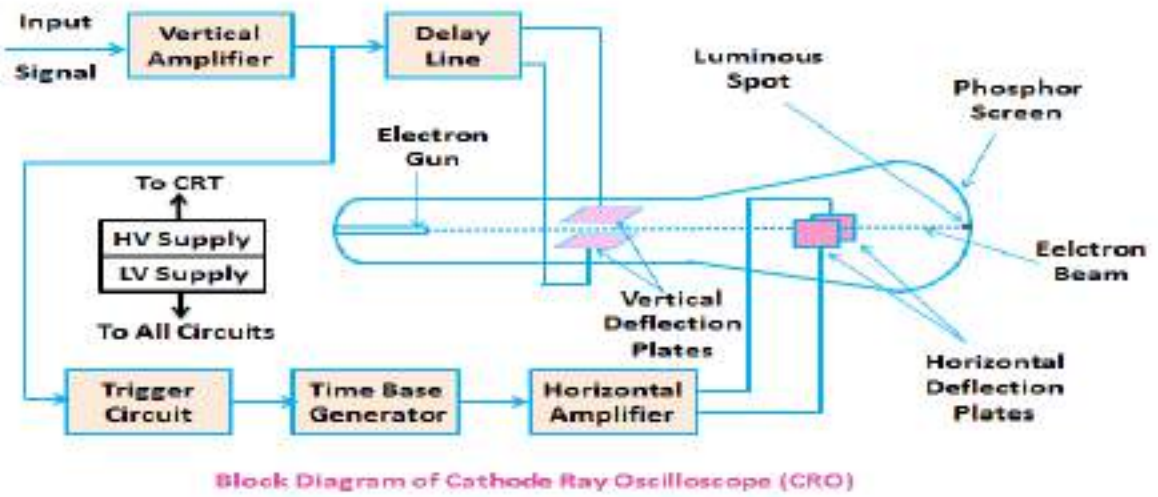
شکل (11.1)

Table 11.1 Control on CRO Front Panel

No.	Control	Function
1.	Power	Turns main power on / off
2.	x5	When pressed gives five times magnification of the signal.
3.	X, Y	It cuts off the time base fed to the horizontal plates when pressed and allows access to the horizontal signal fed through CH-II. It is used for X-Y display.
4.	CH-I/CH-II/Trig I/ TrigII	It selects and triggers CH-I when it is out. On pressing it select and triggers CH-II
5.	Mono / Dual	A switch to elect the single / dual beam operation.
6.	All / Chop / Add	It selects alternate or chopped mode in Dual trace operation. If "Add" is selected, it enables addition or subtraction of signals on two channels.
7.	Time / Div	It selects time base speeds.
8.	Auto / Norm	AUTO mode enables trace when no signals I fed at the trigger input. In NORM position, the trigger level can be varied using LEVEL control.
9.	LEVEL	It allows setting of the trigger leel between peak to peak amplitude of the input signal.
10.	TRIG IN	A socket that is use to feed external trigger signal in EXT mode.

11.	EXT	Switch that allows External triggering signal to be fed from the socket marked TRIG IN.
12.	X-Pos	This knob controls the horizontal position of the beam trace.
13.	VAR	Controls the time base speed in between two steps of TIME / DIV switch.
14.	+/-	This switch selects the slope of triggering.
15.	INV CH.II	This switch when pressed inverts the signal at CH.II.
16.	INTENS	It controls the trace brighteness.
17.	FOCUS	It Controls the sharpness of the trace.
18.	DC/AC/GND	Coupling Switch for each channel to choose AC or DC or groun.
19.	CH-I (Y) and CH-II (X)	BNC Connectors serve as Y-Input connection for CH-I and CH-II. CH-II input connector also serves as Horizontal external signal on using X-Y control.
20.	Volts / Div.	A switch to select the vertical sensitivity of each channel.
21.	Y-Pos I and II	These controls are provided for vertical deflection of trace for each channel.

اب ہم CRO کے ہر کنٹرول بٹن کے افعال سے واقف ہونے کے بعد CRO کی بناوٹ اور کام پر روشنی ڈالیں گے۔ آسیلو سکوپ مندرجہ ذیل حصوں پر مشتمل ہوتا ہے۔



Block Diagram of Cathode Ray Oscilloscope (CRO)

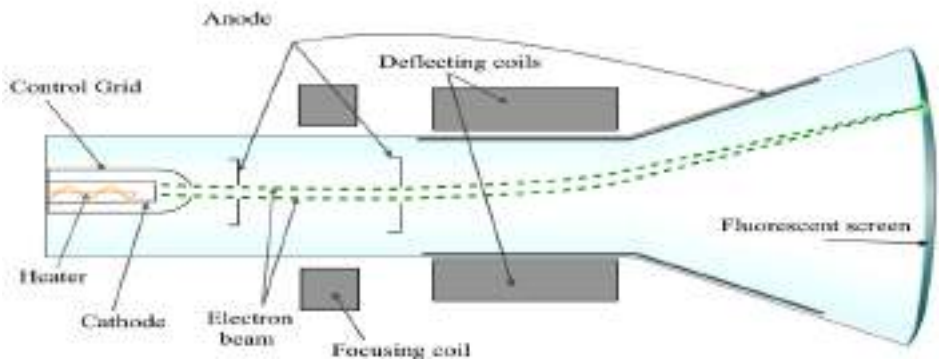
Source:https://electronicspost.com/cathode-ray-oscilloscope-cro/

شکل(11.2)

جو دے رے اسیلو سکوپ کا دل کیتھوڈ رے ٹیوب(سی آر ٹی) ہے اور بقیہ حصے جنکا ذکر کیا گیا ہے وہ سگنل کنڈیشنگ کے لئے ضروری نہیں تا کہ کیتھوڈ رے ٹیوب کی سکرین پر ان پٹ سگنل کی بصری نما ئندگی درست طریقے سے ہو سکے۔

11.3 CRT کی بناوٹ(Cathodes Ray Tube)

CRT کے اہم اجزاء جیسا کہ شکل نمبر 11.3 میں دکھایا گیا ہے وہ مندرجہ ذیل ہیں۔



Source:https://en.wikipedia.org/wiki/Cathode-ray_tube

شکل(11.3):CRT اہم اجزاء کے ساتھ

یہ خاص جیومیٹریکل شکل کی ویکیوم ٹیوب ہے اور اسگنل کو بصری میں تبدیل کرتی ہے۔ ایک کیتھوڈ رے ٹیوب کافی مقدار میں الیکٹران مہیا کرتی ہے۔ یہ الکٹران تیز رفتار سے دوڑتے ہیں اور فلوروسینٹ اسکرین پر توجہ مرکوز کرنے کے لئے لائے جاتے ہیں۔ الیکٹران بیم جہاں کہیں بھی ٹکراتی ہے وہاں روشنی کی جگہ پیدا کرتی ہے۔ زیر مطالعہ برقی سگنل کے جواب میں الیکٹران بیم اپنے سفر پر منحرف ہو جاتی ہے۔ نتیجہ یہ ہے کہ الیکٹریکل سگنل ویوفارم بصری طور پر ظاہر ہوتا ہے۔

i. شیشے کا لفافہ: یہ مخروطی انتہائی خالی شیشے کی رہائش ہے اور اندر خلاء کو برقرار رکھتا ہے اور مختلف الیکٹروڈس کو سپوٹ کرتا ہے۔ CRT کی گردن اور اسکرین کے درمیان کی اندرونی دیواریں عام طور پر ایکوادغ نامی کنڈکٹنگ مادہ کے ساتھ پست ہوتی ہیں۔ یہ کوٹنگ برقی طور پر تیز رفتار انوڈ سے آجائیں۔ یہ ٹیوب کی دیواروں کو اعلیٰ منفی صلاحیت سے چارج کرنے سے روکتا ہے۔

ii. الیکٹران گن کی بناوٹ: الیکٹروڈ کی ترتیب وجو الیکٹرانوں کی ایک مرکوز بیم پیدا کرتی ہے اسے الیکٹران گن کہا جاتا ہے۔ یہ بنیادی طور پر بالواسطہ طور پر گرم کیتھوڈ، ایک کنٹرول گرڈ، ایک فوکس کرنے والا انوڈ اور ایک تیز کرنے والا انوڈ پر مشتمل ہوتا ہے۔ کنٹرول گرڈ کو انوڈس کے حوالے سے منفی صلاحیت پر رکھا جاتا ہے جبکہ کیتھوڈ کے حوالے سے دو انوڈس کو اعلیٰ مثبت صلاحیت پر برقرار رکھا جات اہے۔

کیتھوڈ ایک نکل سلنڈر پر مشتمل ہوتا ہے جو آکسائیڈ کے ساتھ کوٹنگ ہوتا ہے اور کافی مقدار میں الیکٹران فراہم کرتا ہے۔ کنٹرول گرڈ کیتھوڈ کو گھیرے ہوئے رکھتا ہے اور ایک دھاتی سلنڈر پر مشتمل ہوتا ہے جس میں ایک چھوٹا سا سوراخ ہوتا ہے تاکہ الیکٹران بیم کو چھوٹا رکھا جاسکے۔ فوکس کرنے والا اینوڈ الیکٹران بیم کو اس پر مثبت پوٹینشل کو کنٹرول کر کے ایک تیز پوائنٹ میں مرکوز کرتا ہے۔ تیز رفتار انوڈ پر مثبت صلاحیت فوکس کرنے والے انوڈ سے کہیں زیادہ ہے۔ اس وجہ سے یہ انوڈ تنگ بیم کو تیز رفتاری سے تیز کرتا ہے۔ لہٰذا الیکٹران گن کی بناوٹ الیکٹرانوں کی ایک تنگ تیز رفتار بیم بناتی ہے جو اسکرین سے ٹکرانے پر روشنی کی جگہ پیدا کرتی ہے۔

iii. انحراف پلیٹ کی بناوٹ: تیز الیکٹران بیم کا انحراف ٹیوب کے اندر رکھے ہوئے دو سیٹوں کے ذریعے مکمل کیا جاتا ہے جیس اکہ شکل نمبر () میں دکھایا گیا ہے۔ ایک سیٹ عمودی انحراف پلیٹس ہے اور دوسرا سیٹ افقی انحرافی پلیٹس ہیں۔

عمودی موڑنے والی پلیٹس کو ٹیوب میں افقی طور پر نصب کیا جاتا ہے۔ ان پلیٹس پر مناسب پوٹنشیل کا استعمال کرتے ہوئے الیکٹران بیم کو فلوروسینٹ اسکرین پر عمودی طور پر اوپر اور نیچے کیا جاسکتا ہے۔ افقی انحرافی پلیٹس عمودی طور پر نصب ہیں۔ ان پلیٹس پر ایک مناسب پوٹینشیل، الیکٹران بیم کو اسکرین پر افقی طور پر دائیں اور بائیں منتقل کرنے کا سبب بن سکتی ہے۔

iv. اسکرین: اسکرین ٹیوب کا اندرونی حصہ ہے اور کچھ فلوروسینٹ مواد جیسے زنک آرتھوسلیکیٹ، زنک آکسائیڈ وغیرہ سے کوٹنگ ہوتی ہے۔ جب تیز رفتار الیکٹران بیم اسکرین سے ٹکراتی ہے تو اسکا اثر، روشنی کی ایک جگہ پیدا کرتی ہے۔ جگہ کا رنگ فلوروسینٹ مواد کی نوعیت پر منحصر ہے۔ اگر زنک آرتھوسیلیکٹ کو فلوروسینٹ مواد کے طور پر استعمال کیا جائے تو تیز روشنی کی جگہ پیدا ہوتی ہے۔

CRT کا عمل:

جب کیتھوڈ کو گرم کیا جاتا ہے تو یہ کافی مقدار میں الیکٹران خارج کرتا ہے۔ الیکٹران سکرین پر جاتے ہوئے کنٹرول گرڈ سے گزرتے ہیں۔ کنٹرول گرڈ کرنٹ بہاؤ کی مقدار کو متاثر کرتا ہے جیسا کہ معیاری ٹیوبوں میں ہوتا ہے۔ اگر کنٹرول گرڈ پر منفی وولٹیج زیادہ ہے تو کم الیکٹران اسے گزریں گے اور اسکرین سے ٹکرانے پر الیکٹران بیم روشنی کی مدھم جگہ پیدا کرے گی۔ اگر کنٹرول گرڈ پر منفی وولٹیج کو کم کر دیا جائے تو الٹا ہو گا۔ اس طرح کنٹرول گرڈ پر منفی وولٹیج کو تبدیل کر کے اسکرین پر روشنی کے مقام کی شدت کو تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ جیسے ہی الکٹران بیم کنٹرول گرڈ سے نکلتا ہے تو یہ فوکس کرنے اور تیز رفتار کرنے والے انوڈس کے زیر اثر آتا ہے۔ چونکہ دونوں انوڈس کو اعلیٰ مثبت وولٹیج پر برقرار رکھا جاتا ہے اس لئے وہ ایک میدان تیار کرتے ہیں جو الیکٹران بیم کو اسکرین پر ایک مقام پر اکٹھا کرنے کے لئے ایک الیٹرو سسٹیٹک لینس کے طور پر کام کرتا ہے۔

جیسے ہی الیکٹران بیم تیز رفتار انوڈ کو چھوڑتا ہے۔ یہ فوری اور افقی انحراف پلیٹس کے زیر اثر آتا ہے۔ اگر انحرافی پلیٹس پر کوئی وولٹیج لاگو نہیں کیا جاتا ہے تو الیکٹران بیم اسکرین کے مرکز میں روشنی کے جگہ پیدا کرے گا۔ (نقطہ 0)۔ اگر وولٹیج صرف عمودی پلیٹس پر لاگو کیا جاتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ الیکٹران بیم اور اس وجہ سے روشنی کی جگہ اوپر کی طرف منحرف ہو جائے گی (نقطہ 9) روشنی کا مقام نیچے کی طرف منحرف ہو جائے گی (نقطہ O_2) اگر پلیٹس پر وولٹیج کو الٹ دیا جائے۔ اس طرح، افقی پلیٹس پر وولٹیج لگا کر روشنی کی جگہ کو افقی طور پر منتقل کیا جا سکتا ہے۔

CRT کی انحطاط حساسیت (Deflection Sensitivity of CRT):

اسکرین پر روشنی کی جگہ کی تبدیلی فی یونٹ وولٹیج میں تبدیلی، پلٹس میں تبدیلی CRT کی انحراف حساسیت کے نام سے جانا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر اگر عمودی پلیٹس پر لاگو 100v کا وولٹیج جگہ میں 3 ملی میٹر کی عمودی شفٹ پیدا کرتا ہے تو انحراف کی حساسیت 0.03 ملی میٹر / v ہے۔ عام طور پر

اسپاٹ ڈیفلیکشن = انحطاط حساسیت x اپلائیڈ وولٹیج

انحطاط کی حساسیت کا انحصار نہ صرف ٹیوب کے ڈیزائن پر ہوتا ہے بلکہ تیز رفتار انوڈ پر لگائے جانے والے وولٹیج پر بھی ہوتا ہے۔ زیادہ تیز رفتار وولٹیجز پر انحطاط کی حساسیت کم ہے اور اس کے برعکس۔

11.4 CRO کے مختلف کنٹرولز

CRO کے مختلف کنٹرولز:

CRO کے مناسب کام کو آسان بنانے کے لئے CRO کے فرنٹ پینل پر مختلف کنٹرولرز فراہم کئے گئے ہیں۔ ان میں سے چند درجہ ذیل ہیں۔

i. شدت کا کنٹرول: شدت کنٹرول کا بٹن کنٹرول گرڈ پر تعصب کو منظم کرتا ہے۔ اور الیکٹران بیم کی شدت کو متاثر کرتا ہے۔ اگر گرڈ پر منفی تعصب بڑھ جاتا ہے تو الیکٹران بیم کی شدت کم ہو جاتی ہے۔ اسی طرح اس جگہ کی چمک کم ہو جاتی ہے۔

ii. فوکس کا کنٹرول: فوکس کنٹرول کا بٹن فوکس کرنے والے انوڈ پر مثبت وولٹیج کو کنٹرول کرتا ہے۔ اگر اس انوڈ پر مثبت پوٹینشن بڑھادی جائے تو الیکٹران کی بیم تنگ ہو جاتی ہے۔ اور اسکرین پر موجود دھبہ پن پوائنٹ ہے۔

iii. افقی پوزیشن کنٹرول: افقی پوزیشن کنٹرول کا بٹن ڈی سی پوٹینشیل کے حیطۂ کو منظم کرتا ہے جو عام آری توتھ لہر کے علاوہ افقی انحرافی پلیٹس پر لاگو ہوتا ہے۔ اس کنٹرول کو استعمال کر کے، اسپاٹ کو ضرورت کے مطابق دائیں یا بائیں منتقل کیا جاسکتا ہے۔

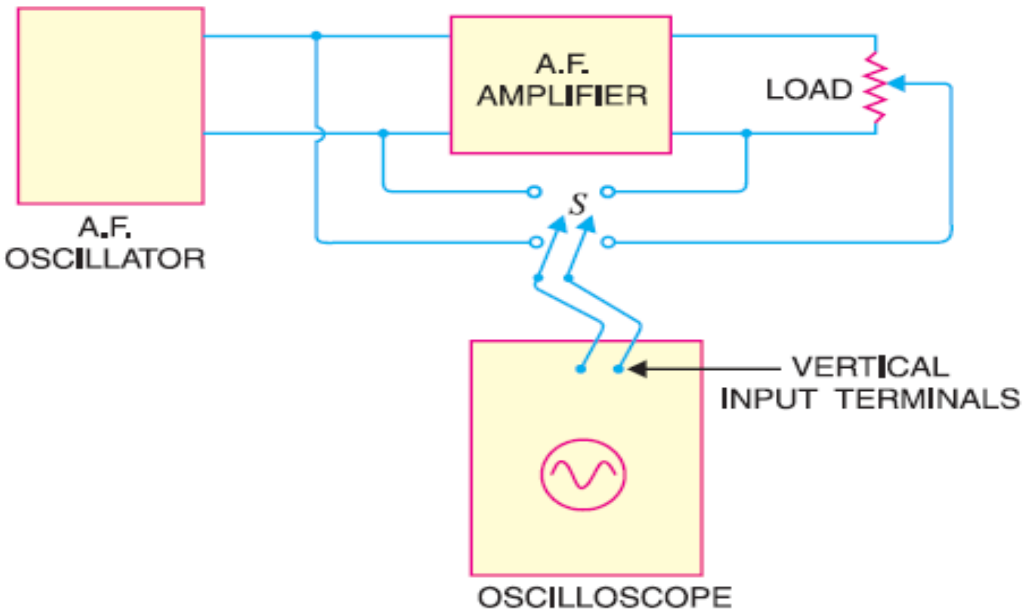
iv. عمودی پوزیشن کنٹرول: عمودی پوزیشن کا بٹن ڈی سی پوٹینشل کے حیطۂ کو منظم کرتا ہے۔ جو سگنل کے علاوہ عمودی انحرافی پلیٹس پر لاگو ہوتا ہے۔ اس کنٹرول کو استعمال کر کے، اسپاٹ کو ضرورت کے مطابق اوپر یا نیچے منتقل کیا جاسکتا ہے۔

CRO کے استعمالات:

کیتھوڈ رے آسیلو سکوپ بجلی کی پیمائش میں مسائل حل کرنے کے لئے ایک طاقتور ٹول فراہم کرتا ہے۔ سی آر او کی کچھ اہم استعاملات یہ ہیں۔

1. لہروں کی جانچ
2. وولٹیج کی پیمائش
3. تعدد کی پیمائش

i. لہروں کی جانچ: CRO کے اہم استعمال میں سے ایک مختلف قسم کے الیکٹرانک سرکٹس میں وولٹیج کی لہر کی شکلوں کا مشاہدہ کرنا ہے۔ اسی مقصد کے لئے زیر مطالعہ سگنل کو آسیلو اسکوپ کے عمودی ان پٹ ٹرمینلز پر لاگو کیا جاتا ہے۔ سویپ سرکٹ کو اندرونی طور پر سیٹ کیا جاتا ہے تاکہ آری ٹوتھ ویو افقی ان پٹ پر لاگو کیا جائے جو کہ افقی انحرافی پلیٹس ہے۔ پھر اسکرین پر تیز اور اچھی طرح سے طئے شدہ سگنل ویو فارم حاصل کرنے کے لئے مختلف کنٹرولز کو استعمال کیا جاتا ہے۔



Source:https://electronicspost.com/applications-of-cro-cathode-ray-oscilloscope/

شکل(11.4)

شکل نمبر(11.4)میں ایک آڈیو افزوں گر کی کارکردگی کا مطالعہ کرنے کے لئے سرکٹ دیکھاتی ہے۔ سوئچ s کی مدد سے، افزوں گر کا آؤٹ پٹ اور ان پٹ عمودی ان پٹ ٹرمینلز پر لگایا جاتا ہے۔ اگر ویو فارمز شکل میں یکساں ہو تو افزوں گر کی مخلص بہترین ہے۔

وولٹیج کی پیائش: اگر سنگل صرف عمودی انحرافی پلیٹس پر لاگو ہوتا ہے تو سکرین پر ایک عمودی لکیر نمودار ہوتی ہے۔ لکیر کی اونچائی لاگو سگنل کے چوٹی سے چوٹی وولٹیج کے تناسب ہے۔ CRO کے ساتھ وولٹیج کی پیائش کے لئے درجہ ذیل طریقہ کار اپنایا جاتا ہے۔

ii. اندرونی افقی سویپ جنریٹر کو بند کریں۔

iii. آسیلو سکوپ کے فرنٹ پینل پر ایک شفاف پلاسٹک کی اسکرین لگائیں۔ گراف کی شکل میں عمودی اور افقی لکیروں کے ساتھ اسکرین کو نشان زد کریں۔

iv. اب، ایک معلوم وولٹیج کے خلاف آسیلو اسکوپ کو کیلیبز کریں۔ معلوم وولٹیج کا اطلاق کریں آسیلو اسکوپ کے عمودی ان پٹ ٹرمینلز پر 10v مثال کے طور پر چونکہ سویپ سرکٹ بند ہے۔ آپ کو ایک عمودی لکیر ملے گی۔ عمودی افزائش کو ستعمال کرتے ہوئے ایک اچھا انحراف حاصل کریں۔ انحراف کی حساسیت کو v وولٹ / ملی میٹر ہونے دیں۔

v. عمودی افزائش کو برقرار رکھتے ہوئے، CRO کے عمودی ان پٹ ٹرمینلز پر ناپا جانے والا نامعلوم وولٹیج لگائیں۔

vi. حاصل کردہ عمودی لکیر کی لمبائی کی پیائش کریں۔ اسے ایک l میں ملی میٹر ہونے دیں پھر نامعلوم وولٹیج =lxv وولٹ ہو گا۔

CRO تعدد کی پیائش:

کی مدد سے نامعلوم تعدد کا تعین کیا جا سکتا ہے۔ طریقہ کار کے لئے مندرجہ ذیل مراحل ہیں۔

i. ایک معلوم تعدد کو افقی ان پٹ پر اور نامعلوم تعدد کو عمودی ان پٹ ٹرمینلز پر لاگو کر دیں۔

ii. مختلف کنٹرولز کو استعمال کریں۔

iii. لوپس کے ساتھ ایک نمونہ حاصل کریں۔

iv. افقی لکیر کے ذریعے کاٹے جانے والے لوپس کی تعداد عمودی پلیٹس پر fv پر تعدد دیتی ہے اور عمودی لکیر کے ذریعے کاٹے جانے والے لوپس کی تعداد افقی پلیٹس پر fn کی تعدد دیتی ہیں۔ لہٰذا

fv/fh = افقی لکیر سے کٹے ہوئے لوپس کی تعداد / عمودی لکیر سے کٹے ہوئے لوپس کی تعداد

فرض کریں کہ افقی پلیٹس پر لاگو معلوم تعدد 2000Hz ہے اگر ہم حاصل کردہ پیٹرن پر افقی اور عمودی لکیریں کینچتے ہیں تو ہمیں معلوم ہوتا ہے کہ افقی لکیر سے ایک لوپ کاٹا جاتا ہے اور عمودی لکیر سے دو لوپ لہٰذا

fv/fh = افقی لکیر کے لحاظ سے لوپس کی تعداد / عمودی لکیر کی طرف سے لوپس کی تعداد

$$1/2 = fv/2000$$

$$\therefore fv = 2000 \times \frac{1}{2} = 1000$$

اس لئے نامعلوم تعدد = 1000 ہرٹیج ہے۔

11.5 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

CRT کی انحطاط کی حساسیت 0.01 ملی میٹر / V ہے عمودی پلیٹس پر 400V لاگو ہونے پر اس جگہ پر پیدا ہونے والی شفٹ کو معلوم کریں۔

حل:

چونکہ وولٹیج صرف عمودی پلیٹس پر لاگو ہوتا ہے، اسی لئے اس جگہ کو عمودی طور پر منتقل کر لیا جائے گا۔

اسپاٹ شفت = انحطاط حساسیت x لاگو وولٹیج

= 0.01x400=4 ملی میٹر

حل شدہ مثال 2

ایک CRO کی X اور Y پلیٹیں 90° کی فیز شفٹ کے ساتھ مساوی فریکوئنسی کے غیر مساوی وولٹیج سے منسلک ہیں۔ سکرین پر Lissajous شخصیت ہو گی؟

حل:

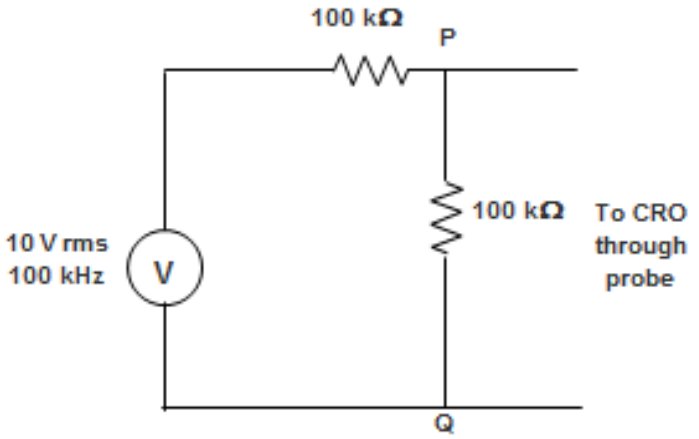
وضاحت: سی آر ٹی پر مشاہدہ کیا جانے والا پیٹرن، جب سی آر ٹی کی X-X اور Y-Y پلیٹوں پر دو سائنوسائیڈل سگنل لگائے جاتے ہیں تو اسے Lissajous پیٹرن کہا جاتا ہے۔

گناہ $\varphi = y_1y_2=X_1X_2$

یہاں، وولٹیج غیر مساوی ہیں اور تعدد 90° کی فیز شفٹ کے ساتھ برابر ہے۔ لہذا سکرین پر Lissajous شخصیت ایک بیضوی ہو گی۔

حل شدہ مثال 3

ایک CRO تحقیقات میں 10 pF کی گنجائش کے ساتھ متوازی طور پر 500 kΩ کی رکاوٹ ہوتی ہے۔ تحقیقات کا استعمال P اور Q کے درمیان وولٹیج کی پیمائش کے لیے کیا جاتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ ماپا وولٹیج ہو گا؟



شکل(11.5)

حل:

$$XC = 1/jC\omega = -j/2\times3.14\times100\times10^{3}\times10\times10^{-12}$$

نوڈ پر KCL لگانا،

$$Va-10/100+Va/100+Va/500+Va-j/159$$

$$\therefore Va = 4.37\angle-15.95°$$

11.6 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- کیتھوڈرے آسیلو سکوپ یعنی کیتھوڈ شعاع اہتزاز نما ایک الکٹرانک آلہ ہے جو ویوفارم کی بصری تصویر دینے کا قابل ہے۔ یہ بڑے پیمانے پر ریڈیو اور ٹیلی ویژن رسیورز کے ساتھ ساتھ تحقیق اور ڈیزائن پر مشتمل لیبارٹری کے کام کے لئے بھی استعمال ہوتا ہے۔ آسیلو سکوپ کے ساتھ ویوفارم کی شکل کا حیطۂ کی تحریف اور معمول سے انحراف کے حوالے سے مطالعہ کیا جاسکتا ہے۔ اسکے علاوہ یہ وولٹیج، تعدد اور فیز شفٹ کی پیمائش کے لئے بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔
- CRT خاص جیومیٹریکل شکل کی ویکیوم ٹیوب ہے اور اسگنل کو بصری میں تبدیل کرتی ہے۔ ایک کیتھوڈرے ٹیوب کافی مقدار میں الیکٹران مہیا کرتی ہے۔ یہ الکٹران تیز رفتار سے دوڑتے ہیں اور فلوروسینٹ اسکرین پر توجہ مرکوز کرنے کے لئے لائے جاتے ہیں۔ الیکٹران بیم جہاں کہیں بھی ٹکراتی ہے وہاں روشنی کی جگہ پیدا کرتی ہے۔ زیر مطالعہ برقی سگنل کے جواب میں الیکٹران بیم اپنے سفر پر منحرف ہو جاتی ہے۔ نتیجہ یہ ہے کہ الیکٹریکل سگنل ویوفارم بصری طور پر ظاہر ہوتا ہے۔

11.7 کلیدی الفاظ (Keywords)

- CRO: کیتھوڈرے آسیلوسکوپ ہر الیکٹرانکس اور الکٹریکل انجینئرنگ تجربے گاہوں بشمول ریسرچ لیبارٹریز میں ایک بنیادی اور ورسٹائل آلا ہے۔ اسے مختصراً CRO کہا جاتا ہے اور Oscilloscope کے نام سے بھی جانا جاتا ہے۔
- CRT: Cathode Ray Tube

11.8 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

11.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. CRO عام پیمائشی آلات سے کیسے بہتر ہے؟
2. CRT میں الیکٹران گن اسمبلی کی وضاحت کریں۔
3. سی آر ٹی میں کس الیکٹران گن اسمبلی کو فراہم کیا جاتا ہے؟
4. CRT کی انحراف حساسیت سے کیا مراد ہے؟
5. CRO کا انحراف عنصر کیا ہے؟
6. Astigmatism کنٹرول کیا ہے؟
7. ایک CRO کا نام بھی _____ ہے؟
8. CRO ایک الیکٹرانک پر مبنی _____ ڈیوائس ہے؟
9. ایک CRO نتیجہ خیز لہروں کی ____ شکل میں نمائندگی کرتا ہے؟
10. CRT کا مطلب ____ ہے؟
11. CRO میں استعمال ہونے والی تحقیقات _____ قسم ہے؟
12. _____ CRT ڈیوائس ہے؟
13. ٹنگسٹن کوائل کے _____ ہیٹنگ کے ساتھ CRT کام کرتا ہے؟
14. ویکیوم ٹیوب کو _____ بھی کہا جاتا ہے؟
15. CRO کا ان پٹ _____ ہے؟

11.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. CRT کی بناوٹ اور اس کے کام پر نوٹ لکھیں۔
2. آسیلوسکوپ کے فائدوں پر روشنی ڈالیں۔
3. CRO کے استعمالات پر ایک نوٹ لکھیں۔
4. CRO کی مدد سے وولٹیج اور تعدد کی پیمائشوں پر نوٹ لکھیں۔
5. CRO کے مختلف کنٹرولز پر روشنی ڈالیں۔
6. CRO میں ڈسپلے کی چمک کو کیسے کنٹرول کیا جاتا ہے؟
7. CRO کی درخواستیں درج کریں۔
8. CRO میں ٹائم بیس جنریٹر کا کام کیا ہے؟

11.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. CRT کی بناوٹ اور اس کے کام پر تفصیلاً نوٹ لکھیں۔
2. CRT کے انحرافی حساسیت کو سمجھائیں۔
3. CRO اور CRT میں اختیار کیجئے۔

11.8.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. ڈوئل سلوپ انٹیگریٹنگ ٹائپ ڈیجیٹل وولٹ میٹر میں، ایف آئی آر انٹیگریٹنگ 50 ہرٹز کی سپلائی فریکوئنسی کے 10 ادوار کے لیے کی جاتی ہے۔ اگر استعمال شدہ حوالہ وولٹیج 2V ہے، تو 1V کے ان پٹ کے لیے کل تبادلوں کا وقت کیا ہے؟

11.9 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar

6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی 12۔ ٹائمر سرکٹس

(Timer Circuits)

اکائی کے اجزا

12.0 تمہید

12.1 مقاصد

12.2 IC555 کی بنیادی معلومات

12.2.1 بنیادی معلومات

12.2.2 IC555 کا بلاک ڈایئگرام

12.3 IC555 کے ہر پن کی فنکشنل حیثیت

12.4 IC555 کے استعمال کرتے ہوئے مونو سیٹبل ملٹی وائبریٹر

12.5 IC555 کے استعمال سے فری رننگ ملٹی وائبریٹر

12.6 حل شدہ مثالیں

12.7 اکتسابی نتائج

12.8 کلیدی الفاظ

12.9 نمونہ امتحانی سوالات

12.9.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات

12.9.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات

12.9.3 طویل جوابات کے حامل سوالات

12.9.4 غیر حل شدہ سوالات

12.10 تجویز کردہ اکتسابی مواد

12.0 تمہید(Introduction)

ملٹی وائبریٹر کو مقبول اینالاگ انٹیگریٹڈ سرکٹ کا استعمال کرتے ہوئے بنایا جاسکتا ہے اور اس کو IC ٹائمر کہا جاتا ہے اور اسکا شناختی نمبر IC555 ہے۔

اس یونٹ میں ہم آپ کو IC555 سے متعارف کرائیں گے۔ اس کی بنیادی معلومات اور تفصیلات بلاک ڈائیگرام کے ذریعے شکل (12.1) میں بنایا گیا ہے۔ IC555 کے دو اہم آپریٹنگ موڈ Astable موڈ اور Monostable موڈ ہیں۔ کچھ استعمالات میں ہمیں ایک پلس پیدا کرنے کی ضرورت ہوتی ہے یا کچھ ٹرگر پر جیسے کہ چند منٹ کی مقررہ مدت کے لئے والو کو بند کرنا جب ٹینک بھر جائے یا ایک انڈیکٹر LED کو چند سکنڈ کے لئے آن رکھیں۔ ایسے تمام حالات میں ہمیں ایک ہی پلس کی ضرورت ہوتی ہے یعنی ایک ہی کنٹرول سگنل (ٹرگر) پلس۔ ایسی واحد پلس پیدا کرنے والا سرکٹ مونو سٹیبل ملٹی وائبریٹر مونو شاٹ کہلاتا ہے۔ شکل نمبر () کے مطابق آپ اس کے بارے میں بہت کچھ سیکھیں گے۔ مطلوبہ پلس کی چوڑائی کے ساتھ ملٹی وائبریٹر کو ڈیزائین کرنا، مستحکم ملٹی وائبریٹر یا فری رئسنگ موڈ میں ایک مسلسل پلس ٹرین کی مطلوبہ ڈیوٹی سائیکل تیار ہوتا ہے۔

12.1 مقاصد(Objectives)

اس اکائی میں ہم مندرجہ ذیل کے بھارے میں سیکھے گے۔

- IC555 کے پن ڈائیگرام کی شناخت کریں اور اس کے افعال کو سمجھیں گے۔
- IC555 کے کام کی وضاحت بلاک ڈائیگرام کی مدد سے کریں گے۔
- IC555 کے استعمالات لکھیں۔
- IC555 کا استعمال کرتے ہوئے مونو ٹیبل ملٹی وائبریٹر کے کام کی وضاحت کریں گے۔
- IC555 کا استعمال کرتے ہوئے مستحکم ملٹی وائبریٹر کا سرکٹ بنائین اور وضاحت کریں گے۔
- ڈی گئی تعدد اور ڈیوٹی شکل کا استعمال کرتے ہوئے ایک مستحکم ملٹی وائبریٹر سرکٹ کا ڈیزائین کریں گے۔

12.2 IC555 کی بنیادی معلومات(Foundamental Explanation of IC555)

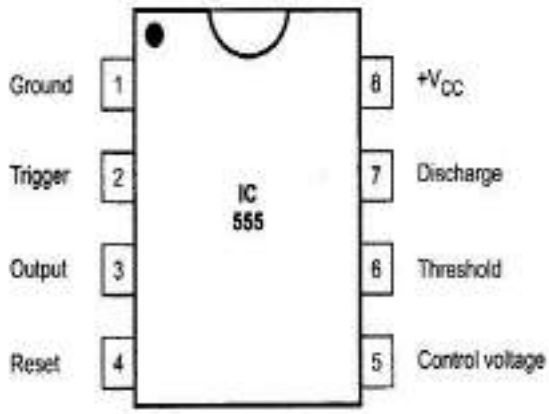
IC555 ایک تاریخی IC ہے جسے Signetics Corporation نے 1971ء میں متعارف کرایا تھا۔ یہ 50 سال سے زیادہ پرانا IC اپنی ورسٹائل نوعیت کی وجہ سے بہت سے الیکٹرانک سرکٹس کا ایک اہم حصہ رہا ہے۔ یہ مستعطیل ویوفارم۔

فراہم کر سکتا ہے جو مکشفوں کے چارجنگ یا ڈسچارجنگ کی نمائندگی کرتا ہے۔ مستطیل موجوں کی پیداوار یا تو اونچی یا نچی سطح بتا سکتی ہے۔ اس لئے ڈیجیٹل سرکٹس کے ساتھ بھی استعمال کرنا بہت مناسب ہے۔ اسکی ورسٹائیل فطرت اسے سب سے زیادہ مقبول بنالاگ IC بناتی ہے۔

اب ہم آپ کو اس کی کچھ بنیادی معلومات فراہم کرتے ہیں۔

12.2.1 بنیادی معلومات:

IC555 ایک آٹے مین والا IC ہے۔ جس میں پن آؤٹ ڈائیگرام ہے جیسا کہ آنے والی شکل میں دکھایا گیا ہے۔



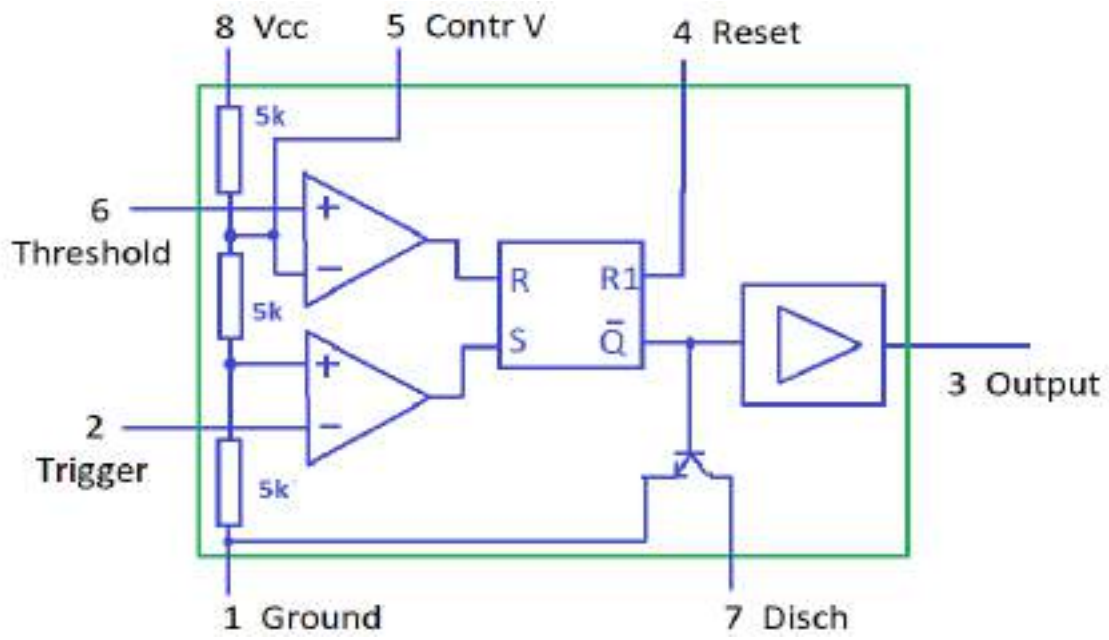
Source:https://www.eeeguide.com/555-timer-circuit/

شکل (12.1): پن ڈآئیگرام

یہ IC ایک واحد قطبی سپلائی (dc) کے ساتھ کام کر سکتا ہے۔ جس کی رینج 4.5+ سے 18+ وولٹ ہے۔ 5v+ سپلائی کا استعمال کرتے ہوئے، سرکٹ کو ڈیجیٹل سرکٹس کے ساتھ براہ راست ہم آہنگ بنایا جاسکتا ہے۔ سرکٹ کو ڈیجیٹل سرکٹس کے ساتھ براہ راست ہم آہنگ بنایا جاسکتا ہے یعنی اسکی آؤٹ پٹ وولٹیج کی سطح o وولٹ ہے اور 5 وولٹ جسے ڈیجیٹل سگنل کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔ ٹیبل نمبر (12.1) میں IC555 کی تفصیلی ڈاٹا دیا گیا ہے۔ لیکن یہ آپ کو اشارہ دیگا اس کے مختلف پیرامیٹرز کے رینج۔ یہ IC555 کا استعمال کرتے ہوئے سرکٹس کے مختلف ڈیزائنرز بناسکتے ہیں مکشفوں اور مزاحمتوں کے مناسب انتخاب کے ذریعے ہم ٹائمر سرکٹس کو بناسکتے ہیں جس کی پلس چوڑائی چند مائیکرو سکنڈ سے کم ہو یا چند منٹ تک ڈیٹائیٹ سے آپ دیکھیں گے کہ ٹائمنگ میں غلطی 2% سے کم ہے۔ لہٰذا IC555 کا استعمال کرتے ہوئے بنائے گئے سرکٹس ایک بہت ہی مستحکم ٹائمنگ ویو فارم دیتے ہیں۔

12.2.2 IC555 کا بلاک ڈائیگرام:

555 ٹائمر دو وولٹیج کمپریٹرز، ایک بائی سٹیبل فلپ فلاپ، ڈسچارج ٹرانزسٹر اور ریزسٹر ڈیوائیڈر سرکٹ پر منتقل ہوتا ہے۔ آپ تو وولٹیج کے موازنہ کرنے والوں سے واقف ہیں جو بغیر کسی رائے کے آپریشنل ایمپلیفئر کے علاوہ کچھ نہیں ہیں۔ آپ تو فلپ فلاپ کے بارے میں جانتے ہیں ہونگے۔ لیکن یہ جاننا کافی ہے کہ یہ ایک ڈیجٹیل سرکت ہے جس میں سیٹ (5) اور ری سیٹ (R) کے نام سے دو ان پٹ ہوتے ہیں۔ فلپ فلاپ کے دو آؤٹ پٹ ایک دوسرے کے برعکس ہوتے ہیں۔ یعنی اگر ایک آؤٹ پٹ 1 ہے تو دوسرا 0 ہے۔ فلپ فلاپ (Q) کا آوٹ پٹ ہائی پر میٹ کیا جاتا ہے (1) جب سیٹ ان پٹ (S) زیادہ ہوتا ہے (1) اور آؤٹ پٹ کم ہوتا ہے جب ری سیٹ ان پٹ (R) زیادہ ہوتا ہے (1) شکل نمبر (12.2) میں ہم نے IC555 کا ایک عملی بلاک ڈائیگرام دیکھایا گیا ہے۔



Source:https://www.circuitbasics.com/what-is-a-555-timer/

شکل (12.2)

12.3 IC555 کے ہر پن کی فنکشنل حیثیت (Pin Configuration of IC555)

IC555 کے اندروی فنکشنل بلاکس کو سمجھنے کے بعد، آیئے ایک بار پھر IC555 کے آٹھ پنوں کے عملی کام کو دوبارہ بیان کرتے ہیں۔

پن 1 (گراؤنڈ): گراؤنڈ پن IC کا سب سے زیادہ منفی سپلائی پوٹینشل ہے، جو مثبت سپلائی وولٹیج سے چلنے پر عام طور پر سرکٹ کا من (گراونڈ) سے جڑا ہوتا ہے۔

پن2(ٹرگر): یہ پن ٹرگر کمپیریٹر(Comp-II)کا ان پٹ ہے اور اسے فلپ فلاپ سیٹ کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے جس کے نتیجے میں آوٹ پٹ زیادہ ہو جاتا ہے۔ یہ یکجہتی آپریشن میں وقت کی ترتیب کا آغاز ہے۔ پن کو اوپر سے۔۔۔ کے وولٹیج کی سطح سے نیچے لے کر ٹرگرنگ مکمل کی جاتی ہے۔ محرک پلس بیرونیRاورC کے ذریعے متعین وقت کے وقفے سے کم دورانیے کی ہونی چاہئے۔ محرک پلس کے کم از کم چورائی۔۔۔ سے زیادہ ہونی چاہئے۔

پن3(آوٹ پٹ): اس پن سے IC555 کی پلسڈ / مستطیل لہر اوٹ پٹ حاصل کی جاتی ہے۔ اس پن پر دستیاب آوٹ پٹ وولٹیج پن 8 پر لگائی گئی سپلائیVcc کے تقریباًبرابر ہوتا ہے۔

پن4(ری سیٹ): یہ پن فلپ فلاپ کو بیرونی طور پر دوبارہ ترتیب دینے اور آوٹ پٹ کو کم سطح میں واپس کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ ری سیٹ ان پٹ ایک اوور رائیڈنگ فنکشن ہے۔یعنی یہ فلپ فلاپ کے آوٹ پٹ کو کسی بھی دوسرے ان پٹ کی سطح سے قطع نظر کو کم سطح پر مجبور کریگا۔ اس طرح اسے وقت سے پہلے آوٹ پٹ پلس کو ختم کرنے کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ جب پن پر0اور 0.4 وولٹ کے درمیان وولٹیج کی سطح کا اطلاق ہوتا ہے تب پن کو چالو کیا جاتا ہے۔ استعمال نہ ہونے پر یہ تجویز کی جاتی ہے کہ غلط ری سیٹنگ کے کسی بھی امکان سے بچنے کے لئے ری سیٹ ان پٹ کوVcc سے منسلک کیا جائے۔

پن5(کنٹرول وولٹیج): یہ پن اس تک براہ راست رسائی کی اجازت دیتا ہے۔ Vcc 2/3 وولٹیج، ڈیوائیڈر پوائنٹ یعنی تھرشیولڈ کمپیریٹر(Comp-I)کے لئے حوالہ کی سطح، اس پن پر وولٹیج لگا کر بیرونی ٹائمنگ Rc نیٹ ورک سے ذادانہ طور پر ڈیوائس کی ٹائمنگ میں فرق کرنا ممکن ہے۔ جب استعمال میں نہ ہو تو کنٹرول وولٹیج پن کو تقریباً10nf مکثفہ کے ذریعے گراؤنڈ سے جوڑ دیا جاتا ہے۔

پن6(تھریشولڈ): پن6 اوپری کمپیریٹر کے لئے ایک ان پٹ ہے(دوسرا پن5 ہے)اور اسے فلپ فلاپ کو ری سیٹ کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے جس کی وجہ سے آوٹ پٹ کم ہو جاتا ہے۔ اس ٹرمینل کے ذریعے ری سیٹ کرنا ٹرمینل کو نیچے سے لے کرVcc 2/3 کے وولٹیج کی سطح سے اوپر تک لے جا کر مکمل کیا جاتا ہے۔

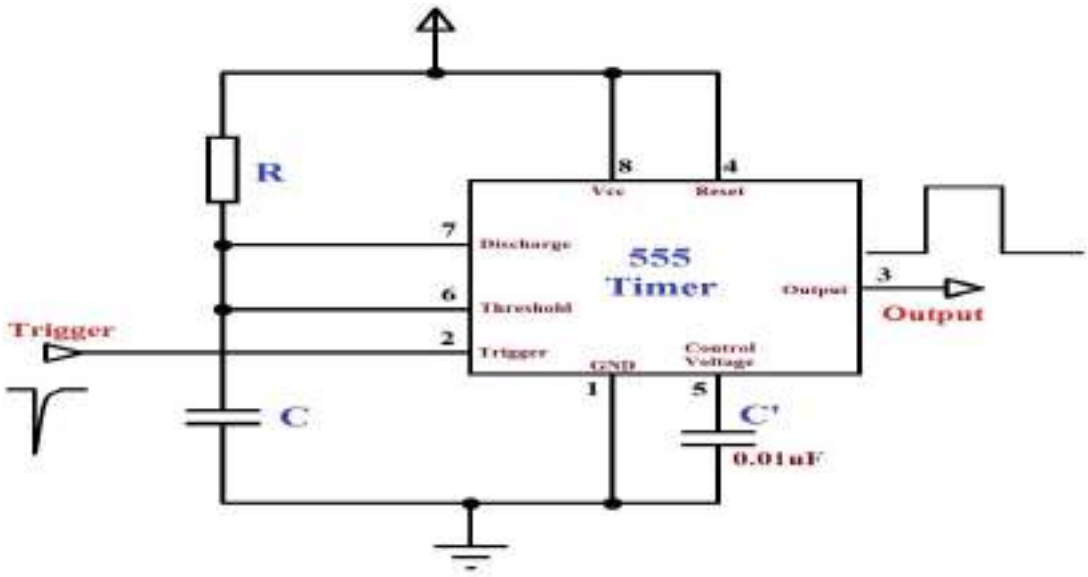
پن7(ڈسچارج): یہ پن ڈسچارج ٹرانزسٹر II کے اوپن کلکٹر سے جڑا ہوا ہے جسکا ایمیٹر اندرونی طور پر گراؤنڈ سے جڑا ہوا ہے۔ تاکہ جب ٹرانزسٹر آن ہو، پن 7 کو مؤثر طریقے سے گراؤند پر جوڑا جاتا ہے۔ عام طور پر ٹائمنگ مکثفہ پن 7 اور گراؤنڈ کے درمیان جڑا ہوتا ہے او رٹرانزسٹر کے آن ہونے پر خارج ہو جاتا ہے۔ اس ٹرانزسٹر کے ترسیل کی حالت آوٹ پٹ ٹیج کے وقت کے مطابق ہے۔ یہ آن ہے جب آوٹ پٹ کم ہو اور آف جب آؤٹ پٹ زیادہ ہو۔

پن 8(Vcc+): یہ پنVcc کا مثبت سپلائی وولٹیج ٹرمینل ہے۔ IC555 کے لئے سپلائی وولٹیج کا آپریٹنگ رینج 5V+اور15V+ کے درمیان ہوتا ہے۔

12.4 IC555 کے استعمال کرتے ہوئے مونو سیٹبل ملٹی وائبریٹر

(Monostable millivibrator uses of IC555)

اس سرکٹ کو آپریشن کے لئے صرف دو بیرونی اجزاء کی ضرورت ہوتی ہے۔ جیسا کہ شکل نمبر 12.3 میں دکھایا گیا ہے۔



Source:https://electrosome.com/monostable-multivibrator-555-timer/

شکل(12.3):مونو سیبٹل ملٹی وائبریٹر

آؤٹ پٹ کی ترتیب اس وقت شروع ہوتی ہے جب وولٹیج نیچے ہو۔ Vcc/3 کو ٹرگر کمپیریٹر (Comp-II) کے ذریعہ محسوس کیا جاتا ہے۔ ٹرگر عام طور پر ایک مختصر منفی جانے والی پلس کی شکل میں لاگو ہوتا ہے۔ پلس کے منفی جانے والی کنارے پر ڈیوائس متحرک ہو جاتی ہے اور آؤٹ پٹ زیادہ ہو جاتا ہے یعنی ڈسچارج ٹرانزسٹر آف ہو جاتا ہے۔

نوٹ کریں کہ ان پٹ ٹرگر پلس سے پہلے، ڈسچارج ٹرانزسٹر آن ہوتا ہے۔ مکثفہ کو گراؤنڈ سے چھوٹا کرتا ہے۔ ٹرگر ایکشن کے بعد ٹائمنگ مکثفہ C، ٹائمنگ مزاحمت R کے ذریعے چارج ہونا شروع کرتا ہے۔ مکثفہ پر وولٹیج وقتی مستقل T=RC کے ساتھ تیزی سے بڑھتا ہے۔ مکثفہ کے مزاحمت کو نظر انداز کرتے ہوئے۔ مکثفہ 1.1 ٹائم مستقل یا $t_p = 1.1RC$ میں $2/3\ V_{cc}$ کو سطح تک پہنچ جائے گا۔

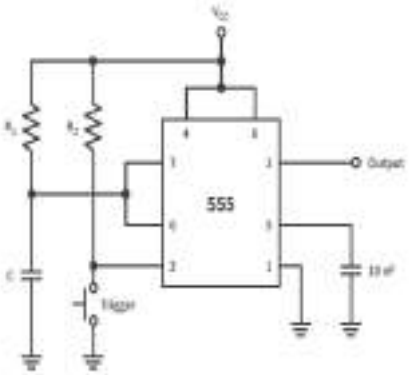
جہاں t_p سکنڈ میں ہے، R اوم میں ہے اور C فارڈ میں ہے۔ یہ وولٹیج لیول تھریشولڈ کمپیریٹر (Comp-I) کی آوٹ پٹ ٹیسٹ کو تبدیل کرتا ہے جس کے نتیجے میں فلپ فلاپ کا آؤٹ پٹ کم ہو جاتا ہے اور ڈسچارج ٹرانزسٹر آن ہو جاتا ہے۔ ٹرانزسٹر مکثفہ C کو تیزی سے خارج کرتا ہے۔ ٹائمر نے اپنا سائیکل مکمل کر لیا ہے اور اب ایک اور ٹرگر پلس کا انتظار کریگا۔

شکل نمبر 12.3 مونو سیبٹل وائبریٹر آپریشن کی لہروں کو دکھاتا ہے۔ سب سے اوپر ویو فارم پن 2 کو دیا جانے والا ٹرگر پلس ان پٹ ہے۔ ایک بار جب ٹرگر پلس لگائی جاتی ہے تو Comp-II فلپ فلاپ آؤٹ پٹ (پن 3) کو ہائی اسٹیٹ پر ریٹ کرتا ہے۔ اسکا وولٹیج 0 سے Vcc وولٹ تک جاتا ہے۔ اس کے ساتھ ہی ڈسچارج ٹرانزسٹر II بند ہو جاتا ہے اور کپیسٹر RC ٹائم مستقل کے ساتھ چارج ہونا شروع کر دیتا ہے۔ ابتدائی طور پر کپیسٹر مکمل طور پر خارج ہوتا ہے۔ اس لئے یہ ov سے چارج ہونا شروع ہو جاتا ہے۔ یہ اس وقت تک چارج ہوتا رہتا ہے جب تک کہ تھریشیولڈ کمپیریٹر (Comp-I) اپنی حالت تبدیل نہ کر دے۔ ایسا تب ہوتا ہے جب کپیسٹر وولٹیج $2/3\ V_{cc}$ ہو۔ اس وقت فلپ فلاپ (6) سیٹ ہے۔ آؤٹ پٹ (پن 3) OV پر ہے اور ٹرانزسٹر T1 آن ہو جاتا ہے۔ اس کی وجہ سے کپیسٹر کو فوری طور پر Ov میں خارج کیا جاتا ہے۔ اس طرح ہم پلس کی چوڑائی t_p آف سی کے آؤٹ پٹ پر پیدا کرتے ہیں۔ یہ پلس چوڑائی $t_p = 1.1RC$ کی طرف سے دیئے گئے تعلق سے طئے کی جاتی ہے۔

12.5 IC555 کے استعمال سے فری رننگ ملٹی وائبریٹر (اسٹیبل ملٹی وائبریٹر)

مونو سیبٹل ملٹی وائبریٹر میں ہم ٹرگر پلس کے جواب میں ملٹی وائبریٹر سرکٹ کے آؤٹ پٹ پر ایک پلس حاصل کرتے ہیں۔ لیکن اگر ہمیں ملٹی وائبریٹر کے آؤٹ پٹ پر ایک مسلسل مستطیل لہر پیدا کرنے کی ضرورت ہو تو ہمیں سرکٹ کے اندر خود بخود ایک ٹرگر پلس پیدا کرنے کی ضرورت ہے۔ یہ اصول مفت چلنے والے مستطیل لہر یا ایک مستحکم ملٹی وائبریٹر کے ڈیزائن میں استعمال ہوتا ہے۔ اس طرح کے مسلسل ویو فارم جنریٹر میں بہت سی استعمالات ہیں جیسے ایک مربع لہریں کچھ ڈیجیٹل سرکٹ کو حوالہ کلاک پلس فراہم کرتا ہے یا فری رننگ ریمپ جنریٹر ٹائمنگ کپیسٹنس میں ویو فارمز کا استعمال کرتا ہے۔

IC555 کا استعمال کرتے ہوئے ایک مستحکم ملٹی وائبریٹر کا سرکٹ ڈائیگرام شکل نمبر 12.4 میں دکھایا گیا ہے۔



Source:https://www.circuitbread.com/tutorials/555-timer-2-monostable-multivibrator-configuration

شکل (12.4): اسٹیبل ملٹی وائبریٹر

مستحکم (فری رن) موڈ میں، صرف ایک اضافہ جز R_B ہے۔ ضروری ٹرگر اب تھریشولڈ پن سے بندھا ہوا ہے۔ اس وقت جب پاور آن ہوتی ہے۔ مکثفہ ڈسچارج ہوتا ہے۔ ٹرگر کو کم رکھتا ہے۔ یہ ٹائمر کو متحرک کرتا ہے جو B_A اور R_B کے ذریعے مکثفہ چارج کرنے کا راستہ قائم کرتا ہے۔ جب مکثفہ $^2/_3\ V_{cc}$ کی حد تک پہنچ جاتا ہے تو آوٹ پٹ کم ہو جاتا ہے اور ڈسچارج ٹرانزسٹر آن ہو جاتا ہے۔

ٹائمنگ مکثفہ اب RB کے ذریعے خارج ہوتا ہے۔ جب مکثفہ $^2/_3\ V_{cc}$ وولٹیج پر گرتا ہے تو ٹرگر کمپیریٹر اپنی حالت بدلتا ہے، خود بخود ٹائمر کو دوبارہ متحرک کرتا ہے، جس سے ایک مسلسل چلنے والے سرکٹ بنتا ہے۔ آوٹ پٹ پن 3 اور مکثفہ کے اس پار پن 6 اور گراؤنڈ کے درمیان) پر مستحکم ملٹی وائبریٹر کے ذریعے پیدا ہونے والے ویو فارمز کو شکل نمبر (12.4) میں دکھایا گیا ہے۔

یہاں ہم نے پاور آن ہونے کے فوراً بعد پہلی لہر سائیکل کو چھوڑ دیا ہے جب مکثفہ OV سے $V_{cc}V$ $^2/_3$ تک چارج کرتا ہے، اوپری ویو فارم مستطیل لہر آوٹ پٹ کی نمائندگی کرتا ہے۔ آپ نے دیکھا ہوگا کر اس مستطیل موج کے آن ٹائم کا تعین مکثفہ کے چارجنگ ٹائم سے ہوتا ہے جب کے آف ٹائم کا تعینی مکثفہ کے خارج ہونے والے وقت سے ہوتا ہے۔

لہٰذا آوٹ پٹ کا آن ٹائم (زیادہ) وہ وقت ہے جو مکثفہ کو $^1/_3\ V_{cc}$ سے $^2/_3\ V_{cc}$ مزاحمتوں R_A اور R_B کے ذریعے چارج کرنے میں لگتا ہے۔

$$\therefore T_{ON} = 0.69\ (R_A + R_B)C$$

جہاں R_A اور R_B اوم میں ہیں اور C فاردہی ہے۔

اسی طرح، ویو فارمز کا آف ٹائم وہ وقت ہے جو مکثفہ کے ذریعے $^2/_3\ V_{cc}$ سے $^1/_3\ V_{cc}$ تک مزاحمت کے ذریعے خارج ہونے میں لیا جاتا ہے۔

$$\therefore T_{OFF} = 0.69 R_B C$$

جہاں R_B اوم ہی ہے اور C فارد میں ہے۔

لہٰذا آوٹ پٹ ویو فارم کے ایک سائیکل کی کل مدت

$$T_{Total} = T_{ON} + T_{OFF}$$

$$= 0.69\ (R_A + R_B)C + 0.69 R_B C = 0.69\ (R_A + 2R_B)C$$

اس مستطیل لہر کے لئے تعدد کی مساوات یہ ہے۔

$$Frequency = \frac{1}{T_{Total}} = \frac{1}{0.69\ (R_A+2R_B)C}$$

$$f = \frac{1.45}{(R_A+2R_B)C}$$

اب جب ہم ایک مستطیل لہر کی خصوصیت بیان کرتے ہیں۔ اس کے تعدد کے ساتھ ہم اس کے ڈیوٹی سائیکل کو بھی بتاتے ہیں۔

لہٰذا ویو فارم کے ڈیوٹی سائیکل کی تعریف کچھ اس طرح سے کی جاتی ہے۔

$$\text{ڈیوٹی سائیکل} = DC = \frac{T_{on}}{T_{total}} = \frac{T_{on}}{T_{on}+T_{off}}$$

اور کبھی

$$\%\, DC = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times 100\%$$

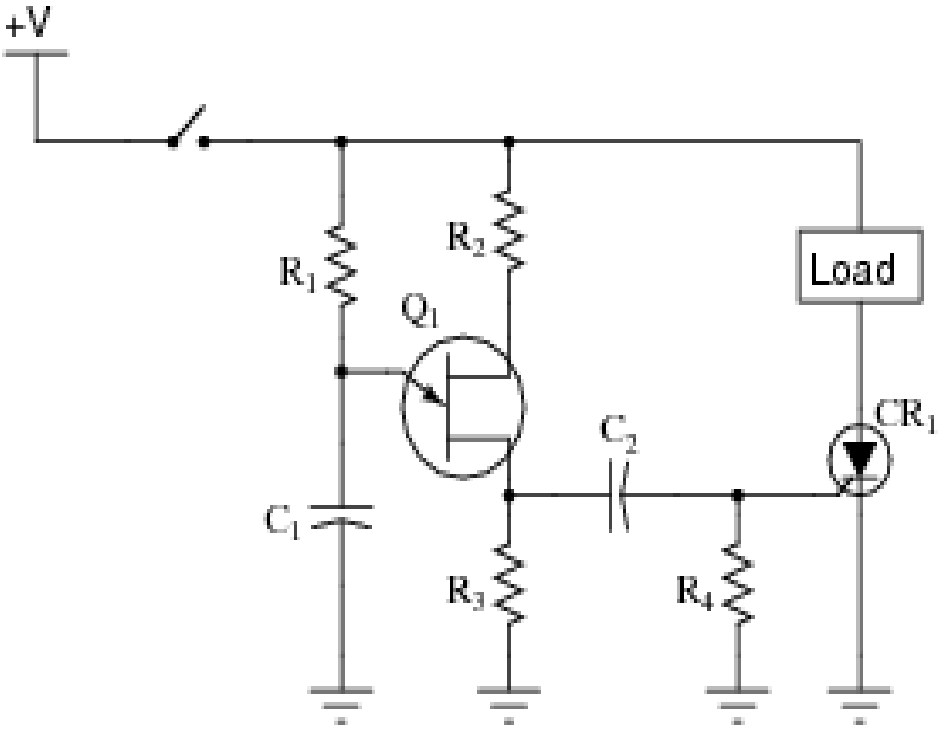
$$\therefore DC = \frac{0.69(R_A+R_B)C}{0.69\,(R_A+2R_B)C} = \frac{R_A+R_B}{R_A+2R_B}$$

نوٹ: مستطیل لہر کی ایک خاص شکل ایک مربع ویو فارم ہے۔ جب آن ٹائم = آف ٹائم یا ڈیوٹی سائیکل ٪50 کے مساوی ہوتی ہے۔

12.6 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

درج ذیل اسکیمیٹک ڈایاگرام UJT اور SCR سے بنائے گئے ٹائمر سرکٹ کو دکھاتا ہے:



شکل (12.5)

حل: ہم جانتے ہیں کہ

R1، C1، R2، R3، اور Q1 ایک ساتھ مل کر ایک آرام دہ اور پر سکون آسکیلیٹر بناتے ہیں، جو مربع لہر کے سگنل کو آؤٹ پٹ کرتا ہے۔ وضاحت کریں کہ کس طرح ایک مربع لہر دولن بوجھ کے لیے ایک سادہ وقت میں تاخیر کرنے کے قابل ہے، جہاں ٹوگل سوئچ بند ہونے کے بعد بوجھ ایک خاص وقت کو توانائی بخشتا ہے۔ اس کے علاوہ C2 اور R4 کے ذریعہ بنائے گئے RC نیٹ ورک کے مقصد کی وضاحت کریں۔

12.7 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- IC555= یہ ایک 8 پن ٹائمر آئی سی ہے جو ملٹی وائبریٹر سرکٹس بنانے کے لئے مفید ہے۔ اسے مونو۔ شاٹ موڈ اور فری رن موڈ میں چلایا جاسکتا ہے۔
- فنکشنل بلاکس= دو موازنہ کرنے والے، ایک فلپ فلاپ اور ایک ڈسچارج جنگ ٹرانزسٹر اہم بلاکس ہیں۔ موازنہ کرنے والوں کے حوالہ وولٹیجز ہر ایک 5K اوم کے تین مزاحمتوں کی اندرونی زنجیر سے اکذ کئے گئے ہیں۔
- مونو۔ شاٹ ملٹی وائبریٹر: اس کے لئے ایک بیرونی مزاحمت اور ایک چارجنگ مکثفہ کی ضرورت ہوتی ہے۔ ٹرگر ان پٹ لگانے کے بعد حاصل ہونے والی پلس کی چوڑائی بند۔۔ دی گئی ہے $t_p = 1.1\text{RC}$
- فری رن ملٹی وائبریٹر: اس کے لئے دو بیرونی مزاحمتیں اور ایک چارجنگ مکثفہ کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس کی تعدد کی طرف دیا جات اہے۔

$$f = \frac{1.45}{(R_A+2R_B)C}$$

$$\text{ڈیوٹی سائیکل} = \text{DC} = \frac{\text{R}_\text{A}+\text{R}_\text{B}}{\text{R}_\text{A}+2\text{R}_\text{B}}$$

- 50٪ ڈیوٹی سائیکل یا اس سے کم DC حاصل کرنے کے لئے خصوصی سرکٹ کی ضرورت ہوتی ہے۔

12.8 کلیدی الفاظ (Keywords)

- IC555: ملٹی وائبریٹر کو مقبول اینالاگ انٹیگریٹڈ سرکٹ کا استعمال کرتے ہوئے بنایا جاسکتا ہے اور اس کو IC ٹائمر کہا جاتا ہے اور اسکا شناختی نمبر IC555 ہے۔
- مونو۔ شاٹ ملٹی وائبریٹر: اس کے لئے ایک بیرونی مزاحمت اور ایک چارجنگ مکثفہ کی ضرورت ہوتی ہے۔ ٹرگر ان پٹ لگانے کے بعد حاصل ہونے والی پلس کی چوڑائی بند۔۔ دی گئی ہے $t_p = 1.1RC$

- فری رن ملٹی وائبریٹر: اس کے لئے دو بیرونی مزاحمتیں اور ایک چارجنگ کنڈنسر کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس کی تعدد کی طرف دیا جات اہے۔

12.9 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

12.9.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. 555 ٹائمر سرکٹ میں موازنہ کرنے والوں کا کام کیا ہے؟
2. _____ کی وضاحت اس وقت کے طور پر کی جاتی ہے جب آؤٹ پٹ کے فعال ہونے کو آؤٹ پٹ سگنل کی کل مدت سے تقسیم کیا جاتا ہے۔
3. ڈسچارج ٹرانزسٹر 555 ٹائمر سرکٹ میں کیا کرتا ہے؟
4. وہ دو بنیادی موڈ کیا ہیں جن میں 555 ٹائمر کام کرتا ہے؟

12.9.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. آپ 555 ٹائمر آئی سی کا استعمال کرتے ہوئے مربع لہر جنریٹر کیسے بنا سکتے ہیں سمجھائیں؟
2. 555 ٹائمر آئی سی میں کنٹرول وولٹیج پن کی کیا اہمیت ہے، بیان کریں؟
3. PWM سگنل بنانے کے لیے 555 ٹائمر IC استعمال کرنے کا طریقہ بیان کریں۔

12.9.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. کیا آپ 555 ٹائمر آئی سی کے کام کرنے والے اصول کی وضاحت کر سکتے ہیں اور اس کے اندرونی پن تعمیر پر بحث کر سکتے ہیں؟
2. آپ Astable موڈ میں کام کرنے کے لیے Timer IC555 کیسے ترتیب دیں گے؟ اس موڈ کی کلیدی ایپلی کیشنز کیا ہیں؟
3. آپ 555 ٹائمر آئی سی کا استعمال کرتے ہوئے مربع لہر جنریٹر کیسے بنا سکتے ہیں؟
4. 555 ٹائمر آئی سی میں کنٹرول وولٹیج پن کی کیا اہمیت ہے؟
5. PWM سگنل بنانے کے لیے 555 ٹائمر IC استعمال کرنے کا طریقہ بیان کریں۔
6. 555 ٹائمر آئی سی میں ڈسچارج پن کا کیا کردار ہے؟
7. بیان کریں کہ آپ ایک سادہ AM ریڈیو سگنل جنریٹر بنانے کے لیے 555 ٹائمر آئی سی کا استعمال کیسے کریں گے۔

12.9.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. 555 ٹائمر کا ایک مقبول استعمال ایک واحد ملٹی وائبریٹر کے طور پر ہے۔ اس موڈ میں، 555 ایک مقررہ لمبائی کی نبض کو آؤٹ پٹ کرے گا جب ان پٹ پلس کو معلوم کریں۔

12.10 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

---

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی 13۔ بولیائی الجبرا اور ہندسہ کی الکٹرانک

(Number Systems and Boolean Algebra)

اکائی کے اجزا

13.0		تمہید
13.1		مقاصد
13.2		ثنائی نظام
13.3		اعداد کی تبدیلی
13.4		ثنائی جمع
13.5		ثنائی تفریق
13.6		ثنائی کوڈ کیا ہوا عشری
13.7		حل شدہ مثالیں
13.8		اکتسابی نتائج
13.9		کلیدی الفاظ
13.10		نمونہ امتحانی سوالات
	13.10.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	13.10.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	13.10.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
	13.10.4	غیر حل شدہ سوالات
13.11		تجویز کردہ اکتسابی مواد

13.0 تمہید(Introduction)

بولین الجبرا کا پیش خیمہ گوٹ فرائیڈ ولہیم لیبنز کا تصورات کا الجبرا تھا۔ آئی چنگ کے سلسلے میں بائنری کا استعمال لیبنز کی عالمگیر خصوصیت میں مرکزی حیثیت رکھتا تھا۔ اس نے بالآخر تصورات کے الجبرا کی بنیادیں بنائیں۔ لیبنز کا تصورات کا الجبرا، تخمینہ کے لحاظ سے سیٹوں کے بولین الجبرا کے برابر ہے۔ Boole کے الجبرا نے تجریدی الجبرا اور ریاضیاتی منطق میں جدید پیش رفت کی پیش گوئی کی تھی۔ تاہم اسے دونوں شعبوں کی ابتدا سے منسلک دیکھا جاتا ہے۔ ایک تجریدی ترتیب میں، بولین الجبرا کو 19 ویں صدی کے آخر میں جیونز، شروڈر، ہنٹنگٹن اور دیگر نے مکمل کیا، یہاں تک کہ یہ ایک (خلاصہ) ریاضیاتی ڈھانچے کے جدید تصور تک پہنچ گیا۔[8] مثال کے طور پر، تجرباتی مشاہدہ کہ سیٹوں کے الجبرا میں تاثرات کو بولی کے الجبرا میں ترجمہ کر کے، اس کی وضاحت جدید اصطلاحات میں یہ کہہ کر کی گئی ہے کہ سیٹوں کا الجبرا بولین الجبرا ہے (غیر معینہ مضمون کو نوٹ کریں)۔ درحقیقت، ایم ایچ اسٹون

1930 کی دہائی میں، سوئچنگ سرکٹس کا مطالعہ کرتے ہوئے، کلاڈ شینن نے مشاہدہ کیا کہ کوئی بھی اس ترتیب میں بول کے الجبرا کے اصولوں کو لاگو کر سکتا ہے، اور اس نے منطقی دروازوں کے لحاظ سے الجبری ذرائع سے سرکٹس کا تجزیہ کرنے اور ڈیزائن کرنے کے طریقے کے طور پر سوئچنگ الجبرا کو متعارف کرایا۔ شینن کے پاس پہلے سے ہی تجریدی ریاضیاتی اپریٹس موجود تھا، اس طرح اس نے اپنے سوئچنگ الجبرا کو دو عنصری بولین الجبرا کے طور پر کاسٹ کیا۔ جدید سرکٹ انجینئرنگ کی ترتیبات میں، دوسرے بولین الجبراز پر غور کرنے کی بہت کم ضرورت ہے، اس طرح "سوئچنگ الجبرا" اور "بولین الجبرا" اکثر ایک دوسرے کے بدلے استعمال ہوتے ہیں۔ بولین فنکشنز کا موثر نفاذ کمبینیشنل لاجک سرکٹس کے ڈیزائن میں ایک بنیادی مسئلہ ہے۔ بہت بڑے پیمانے پر انضمام (VLSI) سرکٹس کے لیے جدید الیکٹرانک ڈیزائن آٹومیشن ٹولز اکثر بولین فنکشنز کی ایک موثر نمائندگی پر انحصار کرتے ہیں جسے منطقی ترکیب اور رسمی تصدیق کے لیے (کم آرڈرڈ) بائنری فیصلہ ڈایاگرام (BDD) کہا جاتا ہے۔

13.1 مقاصد(Objectives)

اس اکائی میں ہم:

- عشری Decimal اور ثنائی اعداد کا نظام کے طریقے پر بحث کریں گے۔

13.2 ثنائی نظام(Binary System)

ایک عددی نظام ایک کوڈ ہے جو مقداروں کو ظاہر کرتا ہے ہر مقدار ایک علامت سے ظاہر کی جاتی ہے۔ مانوس عشری نظام میں ہم دس ہندسے یعنی 0 تا 9 استعمال کرتے ہیں۔ جب گنتی 9 سے بڑھ جاتی ہے تو دہائیوں کو ظاہر کرنے کے لیے اکائیوں کے مقام کے بائیں جانب ہم دوسری پوزیشن پر 1 کو رکھتے ہیں دہائی کے بائیں جانب کے تیسری پوزیشن سے سیکڑا حاصل ہوتا ہے اسی طرح آگے دائیں جانب سے شروع کرنے پر متواتر مقاموں کی قیمتیں $1, 10, 100$ وغیرہ یا 10 کی قوتوں کے لحاظ سے یعنی $10^0, 10^1, 10^2$ وغیرہ ہوتی ہیں مثال کے طور پر ایک ہزار دو سو چوتیس کی قیمت عشری نظام میں اس طرح ہو گی۔

$$1234 = (1 \times 10^3) + (2 \times 10^2) + (3 \times 10^1) + 4(10^0)$$

بالفاظ دیگر دیگر 10 اساس ہے اور بائیں جانب کا ہر مقام دس کی بڑھتی ہوئی قوت کے مطابق ہے۔ ثنائی اعداد کے نظام میں اساس(2) ہے ہم صرف دو ہندسے 0 اور 1 کا استعمال کرتے ہیں۔ ہندسے 0 اور 1 بٹس(bits) ثنائی ہندسے کہلاتے ہیں۔ اس نظام میں متواتر مقاموں کو دائیں جانب سے 2 کی بڑھتی ہوئی قوتوں سے ظاہر کیا جاتا ہے جیسے $2^0, 2^1, 2^2, 2^3$ وغیرہ الکٹرانکی نظام میں گنتی کا یہ طریقہ سہولت بخش ہوتا ہے۔ اس حقیقت کی وجہ یہ ہے کہ ایک الکٹرانکی آلے کی دو حالتیں ہیں یعنی آن On اور آف Off اس کا آوٹ پٹ بلند(High) یا پست(Low) ہوتا ہے جس کو (1) اور (0) سے تعبیر کیا جاتا ہے آوٹ پٹ کی بلند یا پست قیمتیں بعض روایتی قبول شدہ وولٹیج کے مطابق ہوتی ہیں جن کی وضاحت سرکٹ ڈیزائن کرنے والا کر دیتا ہے۔

مثال کے طور پر ایک خاص نظام میں 0 سے صفر کے قریب کے (اولٹیج) اور اسے 5v+ کو تعبیر کیا جاتا ہے۔ عشری عدد 10 کو ثنائی نظام میں اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$1010 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$
$$8 + 0 + 2 + 0 = 10 \qquad \text{(اعشاریہ)}$$

13.3 اعداد کی تبدیلی(Number Conversion)

ایک ثنائی عدد کو اس کے معادل عشری میں تبدیل کرنے کے لئے ہر مقام جس پر قابض ہو عشری معادلوں کو جمع کیجئے۔

مثلاً $110001 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$

$$= 32 + 16 + 1 = 49$$

$$101.01 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-1}$$

$$= 4 + 1 + 1/4 = 5.25$$

عشری نظام سے ثنائی نظام میں تبدیلی

ایک صحیح عشری کو اس کے معادل ثنائی میں تبدیل کرنے کے لئے عشری عدد کو 2 سے تدریجی طور پر تقسیم کرتے ہوئے اور ہر صورت میں باقی بچنے والے ہندسہ (Remainder) کو نوٹ کیجئے۔ باقی بچنے والے ہندسوں کو معکوس ترتیب دینے پر ثنائی معادل حاصل ہوتا ہے اس کو ڈبل ڈبیل (Double – Dabble) دوہرے وقفہ والا طریقہ کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر 31 عشاریہ ہندسے کو اس کے ثنائی مماثل میں تبدیل کرنا۔

$$31 \div 2 = 5 \text{ with a remainder } 1$$
$$15 \div 2 = 7 \text{ with a remainder } 1$$
$$7 \div 2 = 3 \text{ with a remainder } 1$$
$$3 \div 2 = 1 \text{ with a remainder } 1$$
$$1 \div 2 = 0 \text{ with a remainder } 1$$

لہٰذا 31 کا ثنائی معادل ہوتا ہے۔ 11111

ایک عشری کو اس کے ثنائی معادل میں تبدیل کرنے کے لیے کسر کو 2 سے تدریجی طور پر ضرب دیتے جایئے اور حاصل کو علاحدہ نوٹ کیجئے۔ حاصل کو عشری کے ساتھ پیش forward ترتیب میں لینے پر اس کا ثنائی معادل حاصل ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر۔

$0.375 \times 2 = 0.75$ (حاصل 0)

$0.75 \times 2 = 1.50$ (حاصل 0)

$0.50 \times 2 = 1.00$ (حاصل 0)

0.375 کا ثنائی معادل 11111.011 ہوتا ہے۔

13.4 ثنائی جمع (Binary Addition)

ثنائی ریاضی، عشری ریاضی کے مماثل ہے ثنائی جمع میں ہم پوزیشن کو جمع کرتے ہیں اور ضرورتاً حاصل مل جائے تو اس کو اونچی پوزیشن میں رکھتے ہیں ثنائی جمع آسان سے کیوں کہ اس میں صرف 4 ہی صورتوں پر غور کرنا ہوتا ہے یعنی

$$0 + 0 = 0$$
$$0 + 1 = 1$$
$$1 + 0 = 1$$
$$1 + 1 = 10$$

چوتھی صورت ہیں عشری نظام میں 1 جمع 1 ,2 کے برابر ہوتا ہے جب کہ ثنائی نظام میں یہ 10 ہوتا جاتا ہے۔ دائیں جانب کی پوزیشن 0 ہے اور 1 کو دوسری پوزیشن میں بائیں کالم میں لے لیا جاتا ہے۔

اب ہم حسب ذیل ثنائی عدد کو جمع کریں گے۔

$$\begin{array}{r} 11 \\ +11 \\ \hline 110 \end{array}$$

یعنی 1+1 = Sum 0 + Carry 1

جواب اس طرح حاصل کیا گیا۔ اقل ترین اہمیت (سیدھی) جانب) کے کالم میں 1 حاصل +0 جمع 1+1 دوسرے کالم میں تین تین بٹس کو جمع کرنا یعنی

1 حاصل +1 جمع 1+1+1 یا (1+1+1=Sum1+Carry 1)

13.5 ثنائی تفریق (Binary Subtraction)

a) تفریق میں ہم کالم سے کالم کو تفریق کرتے ہیں۔ اونچی پوزیشن کے کالم سے جہاں کہیں ضرورت ہو عاریتاً (Borrow) لیتے ہیں۔

مثال کے طور پر

$$\begin{array}{r} (13) \\ (-10) \\ \hline 3 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1101 \\ -1010 \\ \hline 0011 \end{array}$$

الکٹرانک سرکٹ سے تفریق کے عمل کو آسان کرنے کے لئے ایک نیا طریقہ رائج کیا گیا ہے جو کا تکملہ (One's complement) کہلاتا ہے۔ 1101 سے 1010 کو تفریق کرنے کے لئے ہم اس طرح شروع ہوتے ہیں۔ (a)۔ 1010 کا Ones Complement بناؤ۔ یہ اس طرح کای جاتا ہے کہ تمام 1 کو 0 میں اور تمام 0 کو 1 میں تبدیل کیجئے لہٰذا 1010 کا Ones Complement ہوگا 0101

b) a سے حاصل شدہ Complement Ones کو اس عدد میں جمع کیجئے جس میں سے کہ تفریق کرنا ہو یعنی 0101 کو 10

$$\begin{array}{r} 0101 \\ +1101 \\ \hline 10010 \end{array}$$

c) اگرb کے بہت زیادہ اہمیت کے پوزیشن میں کچھ حاصل ہے تو اسے خارج کیجئے اور اسے ماباقی چار بٹس میں جمع کیجئے تاکہ جواب حاصل ہو۔

0010 0010

+0001

0011 (3)

وہ حاصل جو جمع کے کیا گیا ہے(end around carry) کہلاتا ہے اگر(EAC)مل جائے تو جواب مثبت ہوتا ہے اگر حاصل نہیں ملتا ہو تو جواب منفی ہے۔

مثال کے طور پر فرض کرو کہ ہمیں 1101 کو1010 سے تفریق کرنا ہے۔اوپر بیان کردہ طریقے کے مطابق۔

1010

+0010

1100

اب1100 کاOnes complement لینے پر ہمیں(3)0011 کے طور پر جواب حاصل ہوتا ہے چوں کہ کوئیEAC نہیں ملا ہے اس لیے جواب منفی ہے۔ثنائی ضرب اور تقسیم کو علی الترتیب تکراری جمع اور تفریق سے انجام دیا جاسکتا ہے۔

13.6 ثنائی کوڈ کیا ہوا عشری(Binary Coded Decimal)(BCD)

سہولت کے لیے ایک ثنائی عمل کے نتائج کو اکثر عشری نظام میں ظاہر کیا جاتا ہے۔BCD ثنائی کوڈ کی تبدیلی سے یہ ثنائی اعداد سے عشری اعداد میں تبدیلی کے عمل میں بہ آسانی پیدا کرتا ہے اس کوڈ میں عشری عدد کے ہر ہندسے کو بجائے صحیح عدد کے اس کے ثنائی معادل کی رقوم میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر

عشری

BCD میں ہو جاتے ہیں۔ 3 8

0011 1000

ثنائی کوڈ میں 38 کو100110 کے طور پر ظاہر کیا جاتا ہے یعنی اسے صرف 6 بٹس کی ضرورت ہوتی ہے۔

13.7 حل شدہ مثالیں(Solved Examples)

حل شدہ مثال1

1101کو1010سے تفریق کرنا ہے۔اوپر بیان کردہ طریقے کے مطابق۔

حل:

$$\begin{array}{r} 1010 \\ +0010 \\ \hline 1100 \end{array}$$

اب1100کاOnes complementلینے پر ہمیں(3)0011کے طور پر جواب حاصل ہوتا ہے چوں کہ کوئیEACنہیں ملا ہے اس لیے جواب منفی ہے۔ثنائی ضرب اور تقسیم کو علی الترتیب تکراری جمع اور تفریق سے انجام دیا جاسکتا ہے۔

حل شدہ مثال2

aسے حاصل شدہComplement Onesکو اس عدد میں جمع کیجئے جس میں سے کہ تفریق کرنا ہو یعنی0101کو10

حل:

$$\begin{array}{r} +1101 \\ \hline 10010 \end{array}$$

13.8 اکتسابی نتائج(Learning Outcomes)

- ثنائی اعداد کو عشری اعداد اور اس کے برعکس بھی تبدیل کیا جاسکتا ہے ثنائی اعداد کی جمع اور تفریق ثنائی الجبرا کے اصولوں کو استعمال کرتے ہوئے کی جاتی ہے۔

13.9 کلیدی الفاظ(Keywords)

- **ثنائی نظام:** ایک عددی نظام ایک کوڈ ہے جو مقداروں کو ظاہر کرتا ہے ہر مقدار ایک علامت سے ظاہر کی جاتی ہے۔

- **اعداد کی تبدیلی:** ایک ثنائی عدد کو اس کے معادل عشری میں تبدیل کرنے کے لئے ہر مقام جس پر قابض ہو عشری معادلوں کو جمع کیجئے۔

13.10 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

13.10.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. بائنری منطق کی وضاحت کریں۔
2. ڈیجیٹل سسٹمز سے کیا مراد ہے؟
3. نمبر سسٹمز سے کیا مراد ہے۔
4. 7368 کو مساوی بائنری نمبر میں تبدیل کریں۔
5. منطق کے الجبرا کو _____ کہا جاتا ہے
6. بولین الجبرا کا استعمال _____ کیا جاسکتا ہے۔
7. بولین افعال کی تعریف کیا ہے؟
8. ایک _____ ویلیو کو بولین ایکسپریشن سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

13.10.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. نمبر سسٹم کیا ہے؟
2. نمبر سسٹم کی بنیاد یا ریڈکس کیا ہے؟
3. نمبر سسٹم کی اقسام کو ان کی بنیادوں کے ساتھ درج کریں۔
4. درج ذیل شرائط پر BCD اضافہ کریں (348)10-(245)10
5. درج ذیل اعشاریہ نمبروں سے ظاہر کردہ بائنری نمبرز کا تعین کریں۔

(1)25.5 (2)10.625 (3)0.6875

13.10.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. ڈیجیٹل کمپیوٹر اپنے کام کے لیے بائنری نمبر سسٹم کیوں استعمال کرتے ہیں؟

13.10.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. 4057.068 کو آکٹل میں تبدیل کریں۔
2. 378.9310 کو اوکٹل میں تبدیل کریں۔

13.11 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

---

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی14۔لوجک گیٹس

(Logic Gates)

اکائی کے اجزا

14.0		تمہید
14.1		مقاصد
14.2		بولیائی الجبرا
14.3		لوجک گیٹس
14.4		حل شدہ مثالیں
14.5		اکتسابی نتائج
14.6		کلیدی الفاظ
14.7		نمونہ امتحانی سوالات
	14.7.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	14.7.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	14.7.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
	14.7.4	غیر حل شدہ سوالات
14.8		تجویز کردہ اکتسابی مواد

14.0 تمہید(Introduction)

لاجک گیٹ ایک ایسا آلہ ہے جو بولین فنکشن کو انجام دیتا ہے، ایک منطقی آپریشن جو ایک یا زیادہ بائنری ان پٹس پر کیا جاتا ہے جو ایک ہی بائنری آؤٹ پٹ تیار کرتا ہے۔ سیاق وسباق پر منحصر ہے، اصطلاح ایک مثالی منطقی دروازے کا حوالہ دے سکتی ہے، جس میں، مثال کے طور پر، صفر اضافہ وقت اور لامحدود فین آؤٹ ہو، یا یہ ایک غیر مثالی جسمانی آلہ کا حوالہ دے سکتا ہے) مثالی اور حقیقی دیکھیں مقابلے کے لیے(op-amps ۔لاجک گیٹس بنانے کا بنیادی طریقہ الیکٹرونک سوئچ کے طور پر کام کرنے والے ڈائیوڈس یا ٹرانزسٹروں کا استعمال کرتا ہے۔ آج، زیادہ تر لاجک گیٹس) MOSFETs میٹل – آکسائیڈ – سیمی کنڈکٹر فیلڈ ایفیکٹ ٹرانزسٹرز) سے بنائے جاتے ہیں۔ انہیں ویکیوم ٹیوبز، ریلے منطق کے ساتھ برقی مقناطیسی ریلے، فلوڈک لاجک، نیومیٹک منطق، آپٹکس، مالیکیولز، صوتی، یا یہاں تک کہ مکینیکل یا تھرملعناصر کا استعمال کرتے ہوئے بھی بنایا جاسکتا ہے۔

لاجک گیٹس کو اسی طرح جھڑکایا جاسکتا ہے جس طرح بولین فنکشنز کو کمپوز کیا جاسکتا ہے، جس سے بولین لاجک کے تمام فزیکل ماڈل کی تعمیر کی اجازت ملتی ہے، اور اس وجہ سے، تمام الگورتھم اور ریاضی جو بولین منطق کے ساتھ بیان کیے جاسکتے ہیں۔ لاجک سرکٹس میں ملٹی پلیکسرز، رجسٹر، ریاضی منطقی یونٹس (ALUs) اور کمپیوٹر میموری جیسے آلات شامل ہیں، مکمل مائکروپروسیسرز کے ذریعے، جس میں 100 ملین سے زیادہ لاجک گیٹس ہوسکتے ہیں۔ کمپاؤنڈ لاجک گیٹس (AOI) AND-OR-Invert اور OR-AND-Invert (OAI) اکثر سرکٹ ڈیزائن میں استعمال کیے جاتے ہیں کیونکہ MOSFETs کا استعمال کرتے ہوئے ان کی تعمیر انفرادی دروازوں کے مجموعے سے آسان اور زیادہ موثر ہوتی ہے۔

بولیائی جملے صرف دو متغیروں(Variables)0اور 1 پر مشتمل ہوتے ہیں۔ بنیادی بولیائی آپریٹرس AND or N And NOT ہیں۔

14.1 مقاصد(Objectives)

یہ اکائی میں اس بات کی وضاحت کی گئی ہے کہ:

- بنیادی بولیائی آپریٹر مثلاً And or اور Not کے بارے میں معلومات حاصل کریں گے۔

14.2 بولیائی الجبرا (Boolean Algebra)

ایک انگریز ریاضی دان جارج بول نے ثنائی نظام کی الجبرا کے اصولوں کو وضع کیا۔ اس لیے اسے بولیائی الجبرا کہتے ہیں۔ بولیائی الجبرا ثنائی متغیروں اور آپریٹرس (AND NOT اور OR) وغیرہ کے عمل کو خوش اسلوبی سے انجام دینے کے لیے ایک قابل قدر آلہ ہے۔

بولیائی جملے صرف دو متغیروں 0 اور 1 پر مشتمل ہوتے ہیں کسی بھی بولیائی عمل (آپریشن) کا نتیجہ صرف 0 یا 1 ہو سکتا ہے۔ بنیادی بولیائی آپریٹرس ہیں۔

AND (متغیروں کے بیچ میں ایک نقطہ)

A.B (A اینڈ B)

OR متغیروں کے بیچ میں +

A+B A or B

NOT یا Negative متغیر کے اوپر ایک لکیر (Bar)

A ناٹ A یہ A کے تکمیلے (Compliment) کو ظاہر کرتا ہے بولیائی الجبرا کے بنیادی مفروضات ذیل میں دیئے گئے ہیں۔

آپریٹر	OR	AND	NOT
	$0 + 0 = 0$	$0.0 = 0$	$\overline{0} = 1$
	$0 + 1 = 1$	$1.0 = 0$	$\overline{1} = 0$
	$1 + 0 = 1$	$0.1 = 0$	
	$1 + 1 = 1$	$1.1 = 1$	

14.3 لوجک گیٹس (Logic Gates)

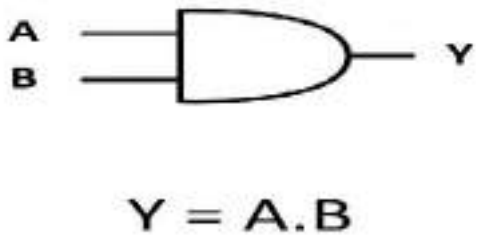
بولیائی اعمال کو انجام دینے والے الکٹرانی ادوار لوجک گیٹس کہلاتے ہیں۔ یہ الکٹرانی سرکٹس ہیں جو اطلاعات کے بہاؤ کو پلسوں کی شکل میں کنٹرول کرتے ہیں ان کے ان پٹوں میں وولٹیج کی صرف دو سطحیں ہوتی ہیں یعنی بلند High اور پست Low سپلائی وولٹیج کے قریب بلند (مثلاً کسی خاص IC گیٹ کے لئے (+5v) اور 0 وولٹیج کے قریب پست (مثلاً 0.8v یا اس سے بھی کم)۔ لوجک سطح 1 کی تعبیر بلند سے اور لوجک گیٹوں کو بروئے کار لایا جاتا ہے۔ ہر گیٹ کو ایک علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کے عمل کو اس کے جدول صداقت سے ظاہر کیا

جاتا ہے۔ یہ ان پٹوں کے تمام ممکنہ اجتماعوں کے لیے گیٹ کے آوٹ پٹ کو ظاہر کرتا ہے اب ہم بنیادی گیٹوں کی کارکردگی پر بحث کریں گے۔

1) AND گیٹ:

ایک سادہ برقی سرکٹ سے اس گیٹ کے کام کرنے کے طریقے کو شکل 14.1 میں اس کی علامت اور اس کے جدول صداقت کے ساتھ دکھا گیا ہے۔ جدول صداقت کا معائنہ یہ بتلاتا ہے کہ آوٹ پٹ صرف اسی صورت میں ظاہر ہوتا ہے جبکہ A اور 1B ہونگے تب آؤٹ پٹ 1 ہو گا۔

Inputs		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



شکل 14.1: دوان پٹ والا AND گیٹ

(a) سرکٹ (b) علامت (c) جدول صداقت

1 اِن پٹ کے 0 ہونے سے مراد سرے کو ارضیہ (Ground) کر دینا ہے۔ دونوں ان پٹ نقاط A اور B لوجک سطح 1 کے ہونے سے دونوں ڈائی وڈس معکوس میلان میں آجاتے ہیں لہٰذا مزاحمت سے کوئی برقی رو نہیں گزرتی اس کی وجہ سے 5v کا مثبت آؤٹ پٹ حاصل ہوتا ہے یعنی لوجک سطح 1 سے اگر ان میں کا کوئی ایک ان پٹ 0 ہو تو پیش میلان والے ڈائی ووڈس سے رو گزرتی ہے اور آؤٹ پٹ 0 حاصل ہوتا ہے یہ یاد رکھئے کہ آؤٹ پٹ 1 ہوتا ہے جب کہ تمام ان پٹس بھی 1 ہوں۔

2) OR گیٹ:

OR گیٹ یہ ایک سادہ ڈائی ووڈ مزاحمت OR گیٹ کے برقی سرکٹ کے خاکہ اس کی علامت اور جدول صداقت کو شکل (14.2) میں بتایا گیا ہے جب دونوں ان پٹ 0 پر ہوں تب آوٹ پٹ 0 ہوتا ہے اگر لوجک سطح 1 (+5V) کسی ایک ان پٹ پر عائد کی جائے تب ڈائی

ووڈ سے ایصال برق ہوتا ہے اور اوٹ پٹ 5v ہوتا ہے یعنی لوجک سطح 1 ہوگی اگر دونوں ان پٹ 1 ہوں تب بھی آوٹ پٹ وہیں 1 ہوگا۔ ان نتائج کو جدول صداقت میں دکھایا گیا ہے۔ یہ یاد رکھئے کہ آوٹ پٹ 1 ہوتا ہے جب تک کہ تمام ان پٹ 0 نہ ہوں۔

Inputs		Output
A	B	Y=A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

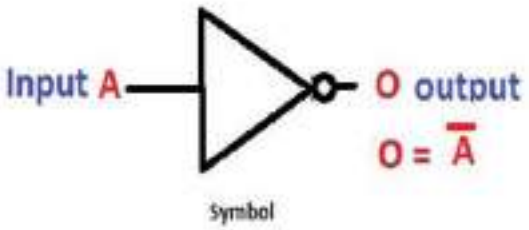
Source:https://www.codingninjas.com/studio/library/logic-gates-circuits

شکل(14.2):ڈائی ووڈ کا OR گیٹ

(a)۔ سرکٹ خاکہ،(b)۔ علامت،(c)جدول صداقت

3) NOT گیٹ

NOT گیٹ اور ایک واحد اسٹیج والا ٹرانزسٹر افزوں گر ان پٹ سگنل کو معکوس(Invert) کرتا ہے اس لیے یہ بطور NOT گیٹ کے کام کرتا ہے۔ اس کا سرکٹ خاکے علامت اور جدول صداقت کو شکل 14.3 میں دکھایا گیا ہے یہ ایک ان پٹ سرے اور ایک آوٹ پٹ سرے اور ایک آوٹ پٹ سرے پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ ایک بلند آوٹ پٹ یعنی 1 پیدا کرتا ہے جب کہ ان پٹ پست یعنی 0 ہو۔ اسی طرح یہ پست آوٹ پٹ 0 پیدا کرتا ہے جب کہ ان پٹ بلند یا 1 ہو۔ اس کو NOT سرکٹ کہا جاتا ہے کیونکہ اس کا آوٹ پٹ بلند رہتا ہے جب ان پٹ بلند نہ ہو(Not high) کسی بھی ان پٹ کو یہ گیٹ معکوس کر دیتا ہے۔



Inputs	Output
A	O
0	1
1	0

Truth table

Source:https://www.elprocus.com/basic-logic-gates-with-truth-tables/

شکل(14.3):NOT گیٹ

(a)۔ علامت،(b)۔ جدول صداقت

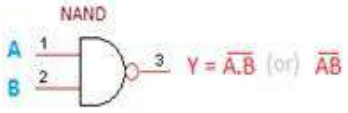
4) NAND گیٹ

NAND گیٹ یہ AND اور NOT گیٹ کا اجتماع ہے یعنی (NOT AND = NAND) اور AND گیٹ کے جدول صداقت کو ستعمال کرتے ہوئے اس کا جدول صداقت حاصل کیا جاسکتا ہے اس کو شکل 14.4 میں دکھایا گیا ہے جیسا کہ جدول صداقت سے عیاں ہے کہ آؤٹ پٹ 1 ہوتا ہے جب کہ تمام ان پٹ 1 نہ ہوں۔

Truth table

Two Input NAND gate		
A	B	$Y = \overline{A.B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Symbol



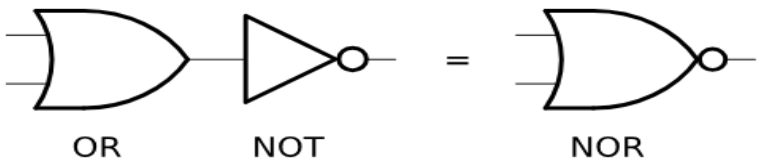
Source:https://theorycircuit.com/basic-logic-gates-truth-table/nand-gate-truth-table/

شکل(14.4):NAND گیٹ

(a)۔ سرکت خاکہ،(b)۔ علامت،(c)۔ جدول صداقت

5) NOR گیٹ

NOR گیٹ۔ دوران پٹ پر مشتمل، NOT گیٹ بطور NOR گیٹ کے کام کی ن قل کرتا ہے اس گیٹ کے سرکٹ خاکے، علامت اور جدول صداقت کو شکل 14.5 میں بتایا گیا ہے۔ A اور نہ ہی B بلند ہو تو آؤٹ پٹ بلند ہوتا ہے ایک NOR گیٹ کو بطور OR گیٹ بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے جب کہ اس کے ساتھ ایک معکوس گر (Invertor) ہو۔ اس اکائی میں اگر چیکہ صرف دو ان پٹ گیٹیوں پر بحث کی گئی ہے لیکن ہندسہ کے ادوار میں دو سے زائد ان پٹس بھی استعمال کیے جاتے ہیں۔



Input		Output
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

شکل(14.5):NOR گیٹ

(a)۔ سرکٹ خاکہ،(b)۔ علامت،(c)۔ جدول صداقت

14.4 حل شدہ مثالیں(Solved Examples)

حل شدہ مثال1

EX-OR اور NAND گیٹ کی علامتیں بنائیں۔

حل:

EX-OR اور NAND گیٹ کی علامتیں تصویر 1 اور 2 میں بالترتیب نیچے دکھائی گئی ہیں۔

شکل(14.6)

14.5 اکتسابی نتائج(Learning Outcomes)

- بولیائی جملے متغیر 1 اور 0 پر مشتمل ہوتے ہیں بولیائی الجبرا میں شامل اعمال کی انجام دہی کے لیے الکٹرانکی سرکٹس استعمال کیے جاتے ہیں۔
- بولیائی اعمال کو انجام دینے والے الکٹرانی ادوار لوجک گیٹس کہلاتے ہیں۔

- ایک انگریز ریاضی دان جارج بول نے ثنائی نظام کی الجبرا کے اصولوں کو وضع کیا۔ اس لیے اسے بولیائی الجبرا کہتے ہیں۔ بولیائی الجبرا ثنائی متغیروں اور آپریٹرس (AND NOT اور OR) وغیرہ کے عمل کو خوش اسلوبی سے انجام دینے کے لیے ایک قابل قدر آلہ ہے۔
- بولیائی جملے صرف دو متغیروں 0 اور 1 پر مشتمل ہوتے ہیں کسی بھی بولیائی عمل (آپریشن) کا نتیجہ صرف 0 یا 1 ہو سکتا ہے۔ بنیادی بولیائی آپریٹرس ہیں۔

14.6 کلیدی الفاظ (Keywords)

- NOR گیٹ: دوران پٹ پر مشتمل، NOT گیٹ بطور NOR گیٹ کے کام کی ن قل کرتا ہے
- NAND گیٹ: یہ AND اور NOT گیٹ کا اجتماع ہے یعنی (NOT AND = NAND) اور
- NOT گیٹ: ایک واحد اسٹیج والا ٹرانزسٹر افزوں گر ان پٹ سگنل کو معکوس (Invert) کرتا ہے

14.7 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

14.7.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. مشترکہ سرکٹ کیا ہے؟
2. بولین الجبرا کیا ہے؟
3. منطق کے بنیادی عناصر کیا ہیں؟
4. Truth table کیا ہے؟
5. مثبت منطق اور منفی منطق کی وضاحت کریں۔
6. عالمگیر منطق کے gates کیا ہیں؟
7. NAND اور NOR گیٹس کی کیا خصوصیت ہے؟
8. دو ان پٹ والے NAND گیٹ کو یونیورسل گیٹ کیوں کہا جاتا ہے؟
9. تین ان پٹ، A، B، اور C کے ساتھ AND گیٹ کا آؤٹ پٹ _____ ہونے پر زیادہ ہوتا ہے۔
10. logic گیٹ کیا ہے؟

14.7.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. OR گیٹ کیا ہے بیان کرو؟
2. ناٹ گیٹ کیا ہے بیان کرو؟
3. NAND گیٹ کیا ہے بیان کرو؟
4. X-OR گیٹ کو بیان کرو؟
5. X-NOR گیٹ کو بیان کرو؟

14.7.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. سادہ سرکٹس کے ذریعہ ذیل میں دیئے گئے لوجک گیٹس کے کام کرنے کا طریقہ بتلایئے AND NOT اور OR۔
2. ذیل میں دیئے گئے گیٹس کے جدول صداقت کو لکھئے (OR) AND) NOT NAND۔

14.7.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. نند گیٹ کے لیے truth table کیا ہے؟

14.8 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی 15۔ لوجک سرکٹس

(Logic Circuits)

اکائی کے اجزا

15.0		تمہید
15.1		مقاصد
15.2		نظام ہندسہ
15.3		ڈی مورگن کے مسئلہ
15.4		(XOR)اختصاصی OR گیٹ
15.5		مائیکروپراسیسر
15.6		حل شدہ مثالیں
15.7		اکتسابی نتائج
15.8		کلیدی الفاظ
15.9		نمونہ امتحانی سوالات
	15.9.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	15.9.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	15.9.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
	15.9.4	غیر حل شدہ سوالات
15.10		تجویز کردہ اکتسابی مواد

15.0 تمہید(Introduction)

لاجک گیٹ ایک الیکٹرانک جزو ہے جو ایک اصول کی بنیاد پر بجلی چلانے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔[1] گیٹ کا آؤٹ پٹ اس اصول کو ایک یا زیادہ "ان پٹ" پر لاگو کرنے کا نتیجہ ہے۔ یہ ان پٹ دو تاریں یا دوسرے لاجک گیٹس کی آؤٹ پٹ ہو سکتی ہیں۔ منطق کے دروازے ڈیجیٹل اجزاء ہیں۔ وہ عام طور پر وولٹیج کی صرف دو سطحوں پر کام کرتے ہیں، ایک مثبت سطح اور صفر کی سطح۔ عام طور پر وہ دو حالتوں کی بنیاد پر کام کرتے ہیں: آن اور آف۔ آن حالت میں، وولٹیج مثبت ہے۔ آف اسٹیٹ میں، وولٹیج صفر پر ہے۔ آن اسٹیٹ عام طور پر 3.5 سے 5 وولٹ کی حد میں وولٹیج استعمال کرتا ہے۔ یہ رینج کچھ استعمال کے لیے کم ہو سکتی ہے۔ لاجک گیٹس اپنے ان پٹ پر ریاست کا موازنہ کرتے ہیں تاکہ یہ فیصلہ کیا جا سکے کہ ان کے آؤٹ پٹ پر ریاست کو کیا ہونا چاہیے۔ منطقی گیٹ آن یا فعال ہے جب اس کے قواعد صحیح طریقے سے پورے ہوتے ہیں۔ اس وقت گیٹ سے بجلی بہہ رہی ہے اور اس کی آؤٹ پٹ پر وولٹیج اس کی آن سٹیٹ کی سطح پر ہے۔

منطق کے دروازے بولین منطق کے الیکٹرانک ورژن ہیں۔ سچائی کی میزیں آپ کو بتائے گی کہ آؤٹ پٹ کیا ہو گا، ان پٹس پر منحصر ہے۔

ایک اختصاصی OR گیٹ میں دو ان پٹ اور ایک آؤٹ پٹ ہوتا ہے جب دونوں ان پٹ میں سے کوئی 1 پر ہوتا ہے تب آؤٹ پٹ 1 رہتا ہے لیکن آؤٹ پٹ 0 رہتا ہے جب کہ دونوں ان پٹ ایک ہی ہوں۔ نصف جمع کنندہ اور کامل جمع کنندہ بیک وقت بالترتیب دو بٹوں اور تین بٹوں کو جمع کرتا ہے

15.1 مقاصد(Objectives)

یہ اکائی میں اس بات کی وضاحت کی گئی ہے کہ:

- اختصاصی(OR Exclusive) گیٹ کی تعریف کریں گے۔
- نصف جمع کنندہ اور کامل جمع کنندہ کے بارے میں معلومات حاصل کریں گے۔

15.2 نظام ہندسہ(Digital System)

دو قسم کے لوجک سرکٹس کے استعمال سے ایسے نظام ہندسہ کو بروئے کار لایا جاتا ہے انہیں مختلف اجتماعوں میں بار بار دوبارہ دہرایا جاتا ہے یہ اجتماعی لوجک سرکٹس(combinational logic circuits) اور متواتر(sequential) لوجک سرکٹس ہیں۔

ثنائی جمع نصف جمع کنندہ(half adder)اور کامل جمع کنندہ(full adder)کو استعمال کرتے ہوئے کی جاتی ہے جمع کنندہ اجتماعی لوجک ادوار ہیں جنہیں لوجک گیٹس کے ذریعے بنایا جاتا ہے۔

اجتماعی لوجک ادوار سے بڑی تعداد کے حسابی اعمال کیے جاتے ہیں اور منطقی فیصلے کیے جاتے ہیں ان اعمال کے نتائج کو مزید اعمال(operations)کے لیے نظام ہندسہ میں منتقل کیا جاتا ہے اور ایک جواب کی شکل میں اسے آوٹ پٹ پر بدل دیا جاتا ہے۔ یہ عمل متواتر لوجک ادوار سے حاصل کیا جاتا ہے کسی لمحے پر ایک متواتر لوجک دور کے آوٹ پٹ کا انحصار نہ صرف موجود ان پٹوں پر بلکہ سابقہ آوٹ پٹوں پر بھی ہوتا ہے دیئے جانے والے ان پٹوں کی ترتیب بھی اہم ہوتی ہے متواتر لوجک ادوار کو روشنی قلابازی(flip flops)کے ذریعے بروئے کار لایا جاتا ہے۔ ایک فلپ فلاپ لوجک ادوار کا اجتماع ہوتا ہے جس میں ہندسہ کے ڈاٹا کو ذخیرہ کرنے اور یاد رکھنے کی صلاحیت ہوتی ہے جن شرائط کے تحت ایک فلپ فلاپ، ایک دی گئی لاجک حالت میں رہتا ہے ان شرائط کے ہٹائے جانے کی بعد بھی فلپ فلاپ اسی لاجک حالت میں رہتا ہے اس کے اطلاقات میں ہندسوں کے معلومات کی ذخیرہ اندوزی ان کی گنتی اور منتقلی شامل ہیں فلپ فلاپوں کا اجتماع ترتیب وار گنتی کا ڈاٹا فراہم کرتا ہے اس طرح سے بنایا گیا ہندسوں کے ڈاٹا کو اعشاریہ اعداد میں تبدیل کر کے اسکرین پر اس کی نمائش کی جاتی ہے۔

15.3 ڈی مورگن کے مسئلہ(Demorgan's Theorem)

مسئلہ 1:

$$\overline{A+B} = \overline{A}.\overline{B}$$

بیان دو متغیروں کے حامل جمع کے تکملہ(Complement)کا حامل مساوی ہوتا ہے ان تکملیوں کے حامل ضرب کے ثبوت:

$A = B, B = 0$ تب

$$\overline{A = B} = \overline{0+0} = 0 = 1$$

$$\overline{A.B} = \overline{0.1} = 1.1 = 1$$

لہٰذا $\overline{A+B} = \overline{A}.\overline{B}$

$$\overline{A+B} = \overline{0+1} = \overline{1} = 0$$

$A = 0, B = 1$

$$\overline{A.B} = \overline{0.1} = 1.0 = 0$$

$$\overline{A+B} = \overline{1+0} = \overline{1} = 0$$

$A = 1, B = 0$

$$\overline{A.B} = 0.1 = 0$$

$$\overline{A+B} = \overline{1+1} = \overline{1} = 0$$

$$A = 1, B = 1$$

$$\overline{A}.\overline{B} = \overline{1}.\overline{1} = 0.0 = 0$$

لہٰذا A اور B کی تمام ترتیبوں کے لیے

$$\overline{A+B} = \overline{A}.\overline{B}$$

مسئلہ 2:

تکمیلوں کا حاصل ضرب، تکمیلوں کے حاصل جمع کے مساوی ہوتا ہے۔

$$\overline{A}.\overline{B} = \overline{A} + \overline{B}$$

ثبوت:

اگر $A = 0, B = 0$ تب

$$\overline{A}.\overline{B} = \overline{0.0} = \overline{0} = 1$$
$$\overline{A} + \overline{B} = \overline{0} + \overline{0} = 1 + 1 = 1$$

$$A = 0, B = 1$$

$$\overline{A}.\overline{B} = \overline{0}.\overline{1} = \overline{0} = 1$$
$$\overline{A} + \overline{B} = \overline{0} + \overline{1} = 1 + 0 = 1$$

$$A = 1, B = 0$$

$$\overline{A.B} = \overline{1}.\overline{0} = \overline{0} = 1$$
$$\overline{A} + \overline{B} = \overline{1} + \overline{0} = 0 + 1 = 1$$

$$A = 1, B = 1$$

$$\overline{A}.\overline{B} = \overline{1}.\overline{1} = \overline{1} = 0$$
$$\overline{A} + \overline{B} = \overline{1} + \overline{1} = 0 + 0 = 0$$
$$\overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$$

15.4 اختصاصی OR گیٹ (Exclusive) (XOR)

پچھلی اکائی میں ہم OR گیٹ کا جدول صداقت پڑھ چکے ہیں۔ OR گیٹ کا آوٹ پٹ ایک ہوتا ہے جب کہ اس کے دونوں ان پٹوں میں سے کوئی ایک 1 رہتا ہے۔ اگر دونوں ان پٹ 1 ہوں تب بھی آؤٹ پٹ ایک 1 ہوتا ہے ثنائی جمع کے لیے یہ موزوں نہیں ہے ہمیں ایک ایسا گیٹ چاہئے جو صرف 1 ایک آؤٹ پٹ دیتا ہوں جب کہ اس کے ان پٹوں میں سے کوئی ایک 1 ہوں۔ اختصاصی OR گیٹ اس ضرورت کی تکمیل کرتا ہے اس کو تعبیر کرنے کے علامت ہے۔

اس کے جدول صداقت کو جدول 15.1 میں دکھایا گیا ہے۔

XOR گیٹ کا جدول صداقت جدول (15.1) آؤٹ پٹس

Inputs		Output
A	B	A +B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

جدول سے دیکھا جاسکتا ہے کہ آؤٹ پٹ ایک ہوتا ہے جب کہ A=0 اور B=1 اور A=1 اور B=0 ہو۔ اس کو الجبرائی شکل میں اس طرح ظاہر کرتے ہیں۔

$$A \oplus B = \overline{A}B + A\overline{B}$$

ایک XOR گیٹ کی بناوٹ بنیادی گیٹس استعمال کرتے ہوئے کی جاتی ہے اس کو شکل (15.1) میں دیکھایا گیا ہے۔

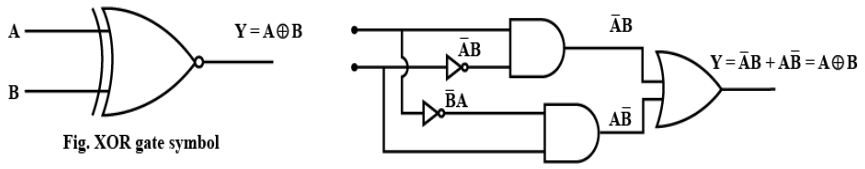


Fig. XOR gate symbol

Fig. Boolean circuit forXOR gate

Source:https://www.toppr.com/ask/question/what-do-you-understand-by-the-logic-gate-draw-the-symbol-for-xor-gate-and/

شکل (15.1): XOR گیٹ

15.5 مائیکروپراسیسر (Microprocessor)

ایک کمپیوٹر، کئی اکائیوں سے بنایا گیا ایک نظام ہے یہ اکائیاں ہارڈ ویر کے ٹکڑوں (الکٹرانک سرکٹس مطبوعہ دور کے بورڈس، سوئچوں، روشنیوں وغیرہ) پر مشتمل ہوتی ہیں جو دئے ہوئے ان پٹوں عمل انجام دے کر مطلوب آوٹ پٹ حاصل کرتے ہیں ان عوامل کی

انجام دہی مرحلوں کے ایک خاص سٹ کے ذریعہ ہوتی ہے ان مرحلوں کا وقوع ایک خاص ترتیب سے ہوتا ہے (اس ترتیب کو پروگرام کہا جاتا ہے) کمپیوٹر تمثیلی بھی ہوسکتے ہیں اور ہندسی بھی۔

ایک مائیکرو کمپیوٹر ایک مکمل ہندسہ کا کمپیوٹر ہے۔ جس میں ایک مائیکرو پراسیسر بھی ہوتا ہے جو اس کے مرکزی افعال اکائی کے طور پر کام کرتا ہے کمپیوٹر کی سمجھ میں نہ آنے والی زبان میں ایسے سرکٹ کو CPU کہا جاتا ہے جس کا مطلب (Central Processing Unit) (یعنی مرکزی پراسسنگ اکائی) ہے۔

مائیکرو پراسیسر ایک (Integrated Circuit) ہے جس میں ضروری مرکزی افعال شامل ہیں یہ نظام کے تمام اجزاء کو ہی ہدایت دیتا ہے کہ کیا کرنا ہے اور کب کرنا ہے یہ تمام حسابی عمل انجام دیتا ہے اور تمام تر نظام کے باقیات کے لیے تمام فیصلے کرلیتا ہے یہ ایک انسانی دماغ کی مانند یا کمپنی کے مالک کے مانند ہے۔ یہ دونوں اپنے نظام کے ہر حصے کو یہ کہتے ہیں کہ کیا کرنا ہے اور کب کرنا ہے۔

مثال کے طور پر ہمارے دماغ کے تحت الشعور کے اجزاء ہمارے ضروری نظاموں کو ایک صحیح میں منصف کرتے ہیں اسی طرح ایک کمپنی کا مالک تمام مزدوروں کو متعلقہ کام سونپتا ہے اور اسی بات کو یقینی بناتا ہے کہ ہر مزدور اپنے کام کو وقت پر اور دوسرے مزدوروں کے ساتھ تال میل ہے بہ حسن وخوبی انجام دے اسی طرح ایک مائیکرو پراسیسر نظام کے تمام اجزاء کو صحیح ترتیب اور صحیح وقت چلاتا اور روکتا ہے اور اس بات کو یقینی بناتا ہے کہ تمام نظام یکسانیت کے ساتھ کام کرے۔

15.6 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

دکھائیں کہ $(X + Y' + XY)(X + Y')(X'Y) = 0$

حل:

$$(X + Y' + XY)(X + Y')(X'Y) = (X + Y' + X)(X + Y')(X' + Y) \quad [A + A'B = A + B]$$

$$= (X + Y')(X + Y')(X'Y) \quad [A + A = 1]$$

$$= (X + Y')(X'Y) \quad [A.A = 1]$$

$$= X.X' + Y'.X'.Y$$

$$= 0 \quad [A.A' = 0]$$

حل شدہ مثال 2

ثابت کریں کہ ABC + ABC' + AB'C + A'BC = AB + AC + BC

حل: ABC + ABC' + AB'C + A'BC=AB(C + C') + AB'C +

A'BC =AB + AB'C + A'BC

A(B + B'C) + A'BC=

A(B + C) + A'BC=

AB + AC + A'BC=

B(A + C) + AC=

AB + BC + AC=

AB + AC +BC ...Proved=

15.7 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- XOR گیٹ کے کام کرنے کے اصول عام OR گیٹ سے قدرے مختلف ہوا ہے۔ اجتماعی لوجک سرکٹس جیسے نصف جمع کنندہ اور کامل جمع کنندہ ثنائی جمع کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔
- دونوں ان پٹس بیک وقت AND اور XOR گیٹ کو دیئے جاتے ہیں جیسا کہ پچھلے سیکشن میں بیان کیا جاچکا ہے کہ XOR کا آؤٹ پٹ ان پٹوں کے تمام ممکنہ اجتماعوں کے لیے کسی دو ثنائی ان پٹوں کا مجموعہ دیتا ہے اگر A=1 اور B=1 ہو تب ہمیں حاصل (Carry) کو 1 کرنے کی ضرورت ہوتی ہے جو AND گیٹ آؤٹ پٹ پر حاصل ہو جاتا ہے
- یہ دو نصف جمع کنندوں اور ایک OR گیٹ پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس کے تین ان پٹ اور دو آؤٹ پٹ ہوتے ہیں یہ دو ہندسے اور ایک متصلہ کالم کے حاصل کے سگنلوں کو قبول کر سکتا ہے۔

15.8 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **Digital:** ایک ایسا طریقے عمل جس کی تکمیل علاحدہ (Discrete) اکائیوں کے استعمال سے کی جاتی ہے اصلاحات ہندسہ (Digital) کہلاتی ہے
- **بولیائی الجبرا:** ریاضی کا وہ نظام جس میں ثنائی اعاد کو استعمال کیا جاتا ہے بولیائی الجبرا کہلاتا ہے

15.9 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

15.9.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. NAND گیٹس کا استعمال کرتے ہوئے - EX یا گیٹ کے لیے بولین ایکسپریشن نافذ کریں۔
2. منطق کی علامت بنائیں اور دو ان پٹ - EX یا گیٹ کے لیے truth table بنائیں۔
3. نصف ایڈر سرکٹ میں دو ان پٹ ہوتے ہیں اور

(a ایک آؤٹ پٹ (b دو آؤٹ پٹ (c تین آؤٹ پٹ (d ان میں سے کوئی نہیں

4. SUM کا آؤٹ پٹ آؤٹ پٹ کے برابر ہے۔
5. CARRY کا آؤٹ پٹ آؤٹ پٹ کے برابر ہے۔

(a اور گیٹ (b یا گیٹ (c گیٹ نہیں (d اور نہ ہی گیٹ

6. فل ایڈر SUM کا آؤٹ پٹ برابر ہے۔

15.9.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. ALU کی تعریف کریں۔
2. Multipliers سے آپ کا کیا مطلب ہے؟
3. CARRY کے لیے ایک منطقی خاکہ بنائیں۔

15.9.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. مشترکہ منطق کیا ہے؟ اس کی اہم خصوصیات کیا ہیں۔ صرف NOR گیٹ کا استعمال کرتے ہوئے نصف ایڈر منطق کو ڈیزائن کریں۔
2. ایک مشترکہ سرکٹ ڈیزائن کریں جو ایک اعشاریہ ہندسے کو 8، 4، -2، -1 کوڈ میں تبدیل کرتا ہے

15.9.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. فل ایڈر کا سچائی جدول بنائیں۔
2. کم از کم یونیورسل گیٹس کا استعمال کرتے ہوئے f= A'B + AB کا احساس کریں۔
3. ایک ٹرسٹیٹ انورٹر بنائیں اور اس کی truth table کھینچیں۔

4. حاصل کریں کم از کم یونیورسل گیٹس کا استعمال کرتے ہوئے f(a,b,c,d,e,f)=[ab+cd]ef۔

15.10 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

اکائی 16۔ لاجک سرکٹس کے اطلاقات

(Application of Logic Circuits)

اکائی کے اجزا

16.0		تمہید
16.1		مقاصد
16.2		XOR گیٹ
16.3		نصف جمع کنندہ
16.4		کامل جمع کنندہ
16.5		حل شدہ مثالیں
16.6		اکتسابی نتائج
16.7		کلیدی الفاظ
16.8		نمونہ امتحانی سوالات
	16.8.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	16.8.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	16.8.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
	16.8.4	غیر حل شدہ سوالات
16.9		تجویز کردہ اکتسابی مواد

16.0 تمہید(Introduction)

ایپلی کیشن کے لیے مخصوص انٹیگریٹڈ سرکٹ (/'eɪsɪk/ ASIC) ایک انٹیگریٹڈ سرکٹ (IC) چپ ہے جو کسی خاص استعمال کے لیے اپنی مرضی کے مطابق بنائی گئی ہے، بجائے اس کے کہ عام استعمال کے لیے بنائی گئی ہو، جیسے کہ ڈیجیٹل وائس ریکارڈر میں چلانے کے لیے بنائی گئی چپ-کارکردگی ویڈیو کوڈیک۔ ایپلیکیشن کے لیے مخصوص معیاری پراڈکٹ چپس ASICs اور انڈسٹری کے معیاری مربوط سرکٹس جیسے 7400 سیریز یا 4000 سیریز کے درمیان درمیانی ہوتی ہیں۔ ASIC چپس کو عام طور پر میٹل-آکسائیڈ-سیمی کنڈکٹر (MOS) ٹیکنالوجی کا استعمال کرتے ہوئے MOS انٹیگریٹڈ سرکٹ چپس کے طور پر بنایا جاتا ہے۔

ابتدائی ASICs نے گیٹ سرنی ٹیکنالوجی کا استعمال کیا۔ 1967 تک، فیرانٹی اور انٹر ڈیزائن ابتدائی دو بٹر ووی گیٹ صفوں کو تیار کر رہے تھے۔ 1967 میں، فیئر چائلڈ سیمی کنڈکٹر نے بائی پولر ڈائیوڈ-ٹرانزسٹر لاجک (DTL) اور ٹرانزسٹر-ٹرانزسٹر لاجک (TTL) اریوں کی Micromatrix فیملی متعارف کرائی۔ تکمیلی دھات-آکسائیڈ-سیمی کنڈکٹر (CMOS) ٹیکنالوجی نے گیٹ اریوں کی وسیع تجارتی کاری کا دروازہ کھولا۔ پہلی سی ایم او ایس گیٹ اریوں کو رابرٹ لپ، نے 1974 میں انٹرنیشنل مائیکرو سرکٹس، انکارپوریشن (IMI) کے لیے تیار کیا تھا۔ میٹل-آکسائیڈ-سیمی کنڈکٹر (ایم او ایس) معیاری سیل ٹیکنالوجی کو فیئر چائلڈ اور موٹرولا نے 1970 کی دہائی میں مائیکرو موسیک اور پولی سیل کے تجارتی ناموں سے متعارف کرایا تھا۔ اس ٹیکنالوجی کو بعد میں VLSI ٹیکنالوجی (1979 میں قائم کیا گیا) اور LSI Logic (1981) نے کامیابی کے ساتھ تجارتی بنایا۔

1981 اور 1982 میں متعارف کرائے گئے کم درجے کے 8 بٹ ZX81 اور ZX سپیکٹرم پرسنل کمپیوٹرز میں گیٹ اری سرکٹری کی ایک کامیاب تجارتی ایپلی کیشن پائی گئی۔ انہیں سنکلیئر ریسرچ (UK) نے بنیادی طور پر کم لاگت I/O حل کے طور پر استعمال کیا۔ جس کا مقصد کمپیوٹر کے گرافکس کو سنبھالنا ہے۔ حسب ضرورت میٹل انٹر کنیکٹ ماسک کو مختلف کر کے واقع ہوئی ہے۔ گیٹ کی صفوں میں چند ہزار دروازوں تک کی پیچیدگیاں تھیں۔ اسے اب درمیانی پیمانے پر انضمام کہا جاتا ہے۔ بعد کے ورژن زیادہ عام ہو گئے، جس میں دھات اور پولی سیلیکون دونوں تہوں کے ذریعے مختلف بیس ڈائز کو اپنی مرضی کے مطابق بنایا گیا۔ کچھ بیس ڈیز میں بے ترتیب رسائی میموری (RAM) عناصر بھی شامل ہوتے ہیں۔

ہم نے لاحک سرکٹس اور ان کو آسان بنانے کے بارے میں سیکھا ہے۔ بولین الجبراء کا استعمال کرتے ہوئے متعدد لاجک گیٹس کو ایک مطلوبہ اطلاقات کے لئے ڈیجیٹل سرکٹ ڈیزائین کرنے کے لئے ملایا جاسکتا ہے۔ یہ ایپلیکیشن جس میں کئی منطقی ان پٹس شامل ہیں ایک سادہ یا پیچیدہ ہو سکتا ہے۔ اس یونٹ میں ہم تنائی جمع اور تفریق کے لئے لاجک سرکٹس کے چند سادہ استعمال پر غور کرتے ہیں۔

ہم نے تنائی نمبرس کو جوڑنے جمع اور تفریق کرنے کے لئے بنیادی اصول کے لئے ہیں۔ ہم تنائی نمبرس کو تفریق کے ایک اور طریقے کی وضاحت کریں گے۔ جس کا استعمال ان کاروائیوں کو انجام دینے کے لئے منطقی ان پٹس پر مشتمل سرکٹس بنانے کے لئے کیا جاسکتا ہے۔

ہم سیکھیں گے کہ تنائی جمع اور تفریق کیسے ہوتے ہیں ہاف ایڈر اور فل ایڈر کے سرکٹس کو استعمال کرتے ہوئے کیا گیا ہے۔ موجودہ سیکشن میں ہم الیکٹرانک ایڈرس کی وضاحت کرتے ہیں جو 4 بٹ تنائی نمبرس کو شامل کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ آخر میں ہم 4 بٹ تنائی ایڈر سرکیلر کے بارے میں سیکھیں گے جو تفریق کے لئے تنائی نمبرس کے 2 کی تکمیلات کا استعمال کرتا ہے۔

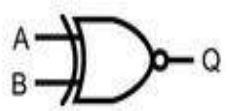
16.1 مقاصد (Objectives)

یہ اکائی میں اس بات کی وضاحت کی گئی ہے کہ:

- ہاف ایڈر اور فل ایڈر کے سرکٹس بنائیں اور تنائی نمبرس کے جمع کے لئے ان کی کارکردگی کو بیان کریں گے۔
- 4 بٹ تنائی ایڈر کا سرکٹ بنائیں اور اس کی کارکردگی کی وضاحت کریں گے۔
- تنائی نمبرس کے 1 کی تکمیل اور 2 کی تکمیل کا حساب لگائیں اور
- 4 ب تنائی ایڈر سرکٹس کا خاکہ کھینچیں اور اس کی وضاحت کریں جس کا استعمال تنائی جمع اور تفریق میں ہوتا ہے گے۔

16.2 XOR گیٹ

ایک اختصامی OR گیٹ میں دوان پٹ اور ایک آؤٹ پٹ ہوتا ہے جب دونوں ان پٹ میں سے کوئی اپر ہوتا ہے تب آؤٹ پٹ 1 رہتا ہے لیکن آؤٹ پٹ 0 رہتا ہے جبکہ دونوں ان پٹ ایک ہی ہوں۔ تنائی نمبرس جمع کرنے کے لئے موزوں نہیں ہے ہمیں ایک ایسا گیٹ چاہئے جو صرف 1 آؤٹ پٹ دیتا ہوں جب کہ اس کے ان پٹوں میں سے کوئی ایک 1 ہوں۔ اختصاصی OR گیٹ اسی ضرورت کی تکمیل کرتا ہے۔ اسکو بتانے کے لئے یہ علامت ہے۔



شکل (16.1)

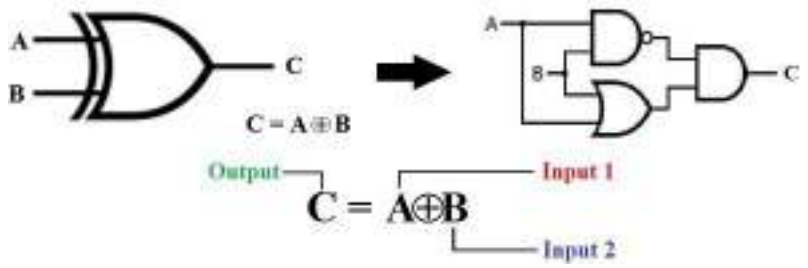
اس کے جدول صداقت کو آگے ٹیبل میں دکھایا گیا ہے۔

A	B	Y=A⊕B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

اس جدول سے دیکھا جاسکتا ہے کہ آؤٹ پٹ ایک ہوتا ہے جبکہ A=0اور B=1اور A=1اور B=0ہو۔اس کو الجبرائی مساوات میں اس طرح ظاہر کرتے ہیں۔

$$A \oplus B = A\bar{B} + \bar{A}B$$

ایک XOR گیٹ کی بناوٹ بنیادی گیٹس استعمال کرتے ہوئے کی جاتی ہے اس کو حسب ذیل شکل(16.2) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل(16.2):XOR گیٹ

ثبوت:

i. جب A=B=0ہو تب 0 آوٹ پٹ ہوتا ہے۔

$$Y = A\bar{B} + \bar{A}B = 0.\bar{O} + \bar{O}.B = 0.1 + 1.0 = 0 + 0 = 0$$

ii. جب A=0اور B=1ہو تب 1 آؤٹ پٹ ہوتا ہے۔

$$Y = A\bar{B} + \bar{A}B = 0.\bar{1} + \bar{0}.1 = 0.0 + 1.1 = 0 + 1 = 1$$

iii. جب A=1اور B=0ہوتب 1 آؤٹ پٹ ہوتا ہے۔

$$Y = A\bar{B} + \bar{A}B = 1.\bar{0} + \bar{1}.0 = 1.1 + 0.0 = 1 + 0 = 1$$

iv. جب A=B=1ہوتب 0 آؤٹ پٹ ہوتا ہے۔

$$Y = A\bar{B} + \bar{A}B = 1.\bar{0} + \bar{1}.1 = 1.0 + 0.1 = 0 + 0 = 0$$

16.3 نصف جمع کنندہ (Half Adders)

تنائی جمع: ہاف ایڈر: آیئے ہم تنائی نمبرس کہ جمع کرنے کے لئے جو تناؤ ہیں اس کو یاد کریں گے۔

0+1=0

0+1=1

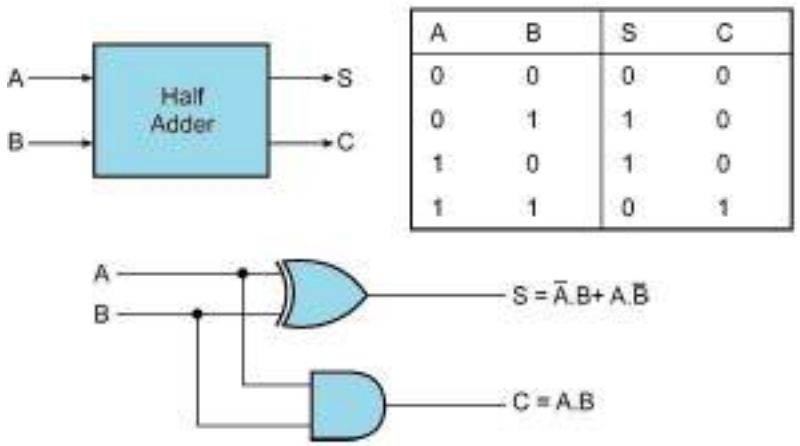
1+0=1

1+1=10

اس کو استعمال کرتے ہوئے آیئے ہم دو بٹ تنائی نمبرس کو جمع کریں گے۔

اب ہم تنائی جمع کے عمل پر بحث کریں گے۔ جب ہم دو تنائی اعداد جمع کرتے ہیں تو ہمیں نتیجہ میں 0اور 1 کا مجموعہ اور 0اور ایک حاصل (Carry) ملتا ہے۔ XOR گیٹ کے جدول صداقت کا معائنہ یہ بتاتا ہے کہ اس مقصد کے لئے یہ کامل طور پر موزوں ہے۔ اس سے کسی دو ثنائی اعداد کا مجموعہ حاصل ہوتا ہے۔ ہم کو ایک ایسی ترتیب بتانا ہے کہ جب ہم 1 اور 1 کو جمع کرتے ہوں تو حاصل (carry) 1 ہو۔ ایک AND گیٹ اور XOR گیٹ کو استعمال کرتے ہوئے اسی مقصد کو حاصل کیا جاتا ہے۔ جیسا کہ حسب ذیل سرکٹ میں دکھایا گیا ہے۔

1	1	0	0
+1	+0	+1	+0
10	01	01	00



A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Source:https://www.electronicsengineering.nbcafe.in/half-adder-and-full-adder-circuit/

شکل(16.3):نصف جمع کنندہ

نصف جمع کنندہ سرکٹ کو علامتی طور پر اس طرح بتایا جاتا ہے۔

دونوں ان پٹس بیک وقت ANDاورXOR گیٹ کو دیئے جاتے ہیں جیسا کہ شکل میں بتایا گیا ہے کہ XORکا آؤٹ پٹ ان پٹوں کے تمام ممکنہ حالتوں کے لئے کس دوتنائی ان پٹوں کا مجموعہ وہتا ہے۔اگر A=1اور B=1ہوتب ہمیں حاصل کو 1کرنے کی ضرورہوتی ہے جو A=0 گیٹ کے آٹ پٹ پر حاصل ہوتا ہے۔XORکنندہ کے جدول کو حسب ذیل میں دیکھایا گیا ہے۔

صداقتی جدول:

A	B	Sum	Carry
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

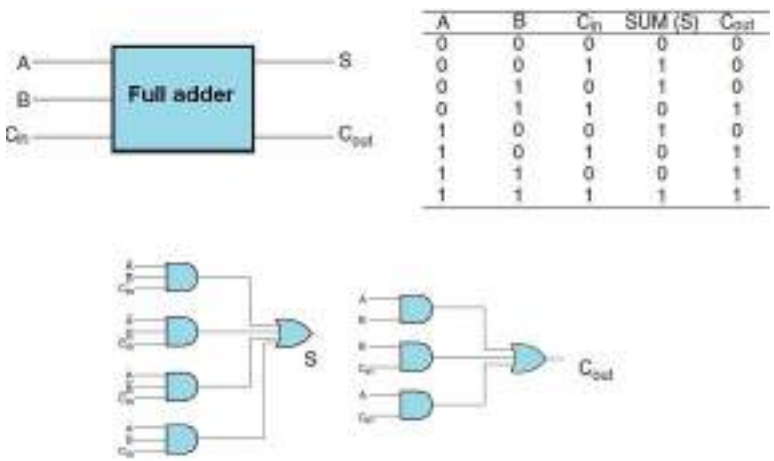
ایک نصف کنندہ وقت واحد میں صرف دو واجد ہندسہ کے نمبروں کو جمع کر سکت اہے۔نصف جمع کنندہ کے ذریعے ہم تین یا اس سے زائد ہندسہ کے اعداد کو جمع نہیں کر سکتے اس لئے یہ نصف جمع کنندہ کہلاتا ہے۔دونصف جمع کنندہ اور ایک CR گیٹ کو تین ہندسوں کو جمع کرنے کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔

16.4 کامل جمع کنندہ(Full Adders)

کامل جمع کنندہ(فل ایڈر): ثنائی جمع میں تین واحد ثنائی بٹ کو کچھ اس طرح سے جمع کر سکتے ہیں۔

0	0	0	0	1	1	1	1
+0	+0	+1	+1	+0	+0	+1	+1
+0	+1	+0	+1	+0	+1	+0	+1
00	01	01	10	01	10	10	11

ہ دو نصف جمع کنندہ اور ایک OR گیٹ پر مستقل ہوتا ہے۔ اسکے تین ان پٹ اور دو آؤٹ پٹ ہوتے ہیں۔ یہ دو ہندسہ اور ایک متعلقہ کالم کے حاسل کے سگنلوں کو قبول کر سکتا ہے۔ کامل جمع کنندہ کو علامتی طور پر کچھ اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔



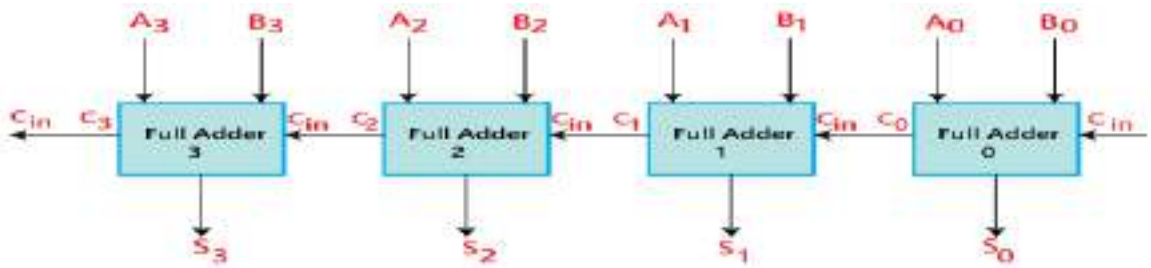
Source:https://www.electronicsengineering.nbcafe.in/half-adder-and-full-adder-circuit/

شکل(16.3):(FA)

اب ہم یہ جانچ پڑتال کریں گے کہ ایک کامل جمع کنندہ تین ہندسوں کے جمع کے عمل کو اسطرح انجام دیتا ہے۔ فرض خرو کہ A=1، B=0 اور C=1 تب پہلے نصف جمع کندہI کا حاصل 0 کا مجموعہ دیتا ہے اور دوسرے نصف جمع کنندہ کے ان پٹ پر ایک اور ایک ہیں اس کی وجہ سے 0 اور حاصل 1 ہوتا ہے۔ نتیجا OR گیٹ کے لئے ان پٹس 0 اور 1 ہو جاتے ہیں جس کی وجہ سے کامل جمع کنندہ کے آؤٹ پٹ پر جمع 0 اور حاصل 1 رہتا ہے۔ اس طریقے سے ہم کامل جمع کنندہ کے لئے جدول صداقت تیار کر سکتے ہیں جس کو ذیل میں بتلایا گیا ہے۔

A	B	C	Sum	Carry
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
0	1	0	1	0
0	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	0	1	0	1
0	1	1	0	1
1	1	1	1	1

4 بٹس کی جمع کو انجام دینے کے لئے ہمیں پہلے کالم کیلئے ایک نصف جمع کنندہ اور مزید ہر ایک کالم کے لئے ایک کامل جمع کنندہ کی ضرورت ہوتی ہے۔ پہلے کالم کے نصب جمع کنندہ کی لئے ان پٹ اعداد A1اور B1 پر مستقل ہوتے ہیں۔ دوسری اکائی یعنی ایک کامل جمع کنندہ کا ان پٹ پہلے کالم سے حاصل C1اور دوسرے کالم کے لئے ہندسوں A2اور B2 پر مستقل ہوتا ہے۔ اس کو متوازی تنائی جمع کنندہ (Parallel Binary Added) کہا جاتا ہے اس کو آگے کی شکل میں دکھایا گیا ہے۔



Source:https://www.javatpoint.com/binary-adder-in-digital-electronics

شکل(16.4): متوازی جمع کنندہ

4 سٹس تنائی ایڈر: درحقیقت تنائی ایڈر بڑے تنائی نمبرس کو شامل کرنے کے لئے فل ایڈر سرکٹس کے ایک تسلسل کے سوا کچھ نہیں۔ فرض کریں کہ دو4 بٹس تنائی نمبرس کو شامل کرتے ہیں جو $A_0A_1A_2A_3$ اور $B_0B_1B_2B_3$ ہیں۔

ہم سب سے پہلے دائیں طرف سے نمبرس شامل کرنا شروع کرتے ہیں۔ لہٰذا ہم پہلے نصف ایڈر کا استعمال کرتے ہوئے A_0 اور B_0 کو شامل کرتے ہیں۔ چونکہ ایک کیری حاصل ہو سکتی ہے جس کی وجہ سے تین ون پٹ نمبرس کا اضافہ ہوتا ہے۔ اس لئے ہم تین مکمل ایڈرس شامل کرتے ہیں۔ اس طرح ہم دو بٹ ثنائی نمبرس کے اضافے کے لئے ہمیں سرکٹ میں ایک نصف ایڈر اور تین مکمل ایڈرس کی ضرورت ہے۔

آیئے دیکھتے ہیں کہ اضافہ کرنے والوں کے اس تسلسل سے کیسے اضافہ کیا جاتا ہے ذیل میں دیئے گئے اظہار کا مطالعہ کریں۔

$$\begin{array}{r} A_3A_2A_1A_0 \\ B_3B_2B_1B_0 \\ \hline C_4S_3S_2S_1S_0 \end{array}$$

جب ہم پہلے دو بٹس A_0 اور B_0 کو شامل کرتے ہیں تو ہمیں آؤٹ پٹ $S_0\,(sum)$ اور (کیری)C1 ملتے ہیں۔ کیری C1 پہلے فل ایڈر کا ان پٹ میں جاتا ہے لہٰذا پہلا مکمل ایڈر تین ایک بٹ ثنائی نمبرس کا اضافہ کرتا ہے A_1, B_1 اور C_1 اس کے آؤٹ پٹ S_1 اور C_2 ہیں جو کہ دوسرے فل ایڈر کا ان پٹ بن جاتا ہے وغیرہ۔

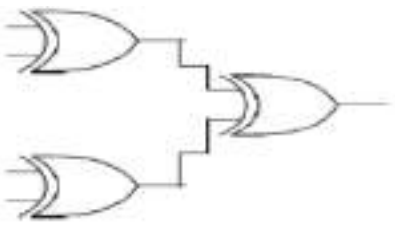
اس طرح ہر مکمل ایڈر میں تین ان پٹ ہوتے ہیں A_n, B_n اور C_n تیسرے فل ایڈر کے آؤٹ پٹ میں S_3 اور C_4 جو متعلقہ کالم یا فل ایڈر میں اضافہ کرتا ہے۔ اس طرح ثنائی ایڈر کا سرکٹ بازو کی تصویر میں دیکھایا گیا ہے۔

16.5 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

3 بٹ بائنری لفظ x3 x2 x1 کے لیے ایک برابری چیکر سرکٹ بنائیں۔

حل:



16.6 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- (ہاف ایڈر) نیم جمع کنندہ: ایک لاجک سرکٹ ہے جس میں ایک AND گیٹ اور ایک XOR گیٹ ہوتا ہے جو دو ابٹ بائنری نمبرز کے بائنری اضافے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔
- (فل ایڈر) کامل جمع کنندہ: ایک لاجک سرکٹ ہے جو تین ایٹ بائنری نمبروں کے بائنری اضافے کے لئے استعمال ہوتا ہے یہ تین AND گیٹس، ایک XOR گیٹ اور ایک OR گیٹ پر مشتمل ہوتا ہے۔
- (بائنری ایڈر) ثنائی جمع کنندہ: بائنری ایڈر فل ایڈر سرکٹس کا ایک تسلسل ہے جو بڑے بائنری نمبرز کو شامل کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ 4 بائنری نمبرز کے اضافے کے لئے استعمال ہونے والا سرکٹ ایک نیم جمع کنندہ اور تین کامل جمع کنندوں پر مشتمل ہوتا ہے۔

16.7 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **(ہاف ایڈر) نیم جمع کنندہ:** ایک لاجک سرکٹ ہے جس میں ایک AND گیٹ اور ایک XOR گیٹ ہوتا ہے جو دو ابٹ بائنری نمبرز کے بائنری اضافے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔
- **(فل ایڈر) کامل جمع کنندہ:** ایک لاجک سرکٹ ہے جو تین ایٹ بائنری نمبروں کے بائنری اضافے کے لئے استعمال ہوتا ہے یہ تین AND گیٹس، ایک XOR گیٹ اور ایک OR گیٹ پر مشتمل ہوتا ہے۔
- **(بائنری ایڈر) ثنائی جمع کنندہ:** بائنری ایڈر فل ایڈر سرکٹس کا ایک تسلسل ہے جو بڑے بائنری نمبرز کو شامل کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ 4 بائنری نمبرز کے اضافے کے لئے استعمال ہونے والا سرکٹ ایک نیم جمع کنندہ اور تین کامل جمع کنندوں پر مشتمل ہوتا ہے۔

16.8 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

16.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. ایک مشترکہ سرکٹ جو اعشاریہ نمبر کو مساوی میں تبدیل کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔
2. BCD نمبر ہے۔
3. جب کوئی ایپلیکیشن، جیسا کہ ایک انکوڈر، سرکٹ سے منفرد جواب طلب کرتا ہے۔

4. اس کے ان پٹ متغیرات کے مجموعے کے مطابق، دو طریقے جو بہترین کام کرتے ہیں۔

5. یہ مقصد _____ اور _____ ہیں۔

(a کیس کی تعمیر، سچائی کی میز b) اگر پھر بیان، اور بیان

(c متغیر، عمل d) فنکشن کی قسم

6. ایک مشترکہ سرکٹ جو BCD نمبر کو مساوی میں تبدیل کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔

7. ایک مشترکہ سرکٹ جو ایک ذریعہ سے آنے والے ڈیٹا کو دو کو بھیجنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔

8. یا اس سے زیادہ علیحدہ منزلوں کو کہا جاتا ہے:

(a ڈیکوڈر b) انکوڈر c) ملٹی پلیکسر d) ڈیملٹی پلیکسر

9. آٹھ ان پٹ کو منتخب کرنے کے لیے کتنی ڈیٹا سلیکٹ لائنز درکار ہیں؟

10. BCD 0001 0111 کو بائنری میں تبدیل کریں۔

11. 32 میں سے 1 ڈیکوڈر کے لیے کتنے 3 لائن سے 8 لائن ڈیکوڈرز کی ضرورت ہے؟

16.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. CARRY کے لیے ایک منطقی خاکہ بنائیں۔

2. مکمل جمع کرنے والے SUM کے لیے مصنوعات کے اظہار کریں۔

3. چھ متغیر truth table میں کتنے مجموعے ہوں گے؟

1. دستخط شدہ نمبر -25 کو اس کے 8 بٹ 2 کے تکمیلی فارم میں تبدیل کریں۔

16.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. مناسب منطق سرکٹ ڈایاگرام کے ساتھ مکمل ایڈر کی وضاحت کریں۔

2. مناسب منطقی سرکٹ ڈایاگرام کے ساتھ haif adder والے کی وضاحت کریں۔

3. 4 بٹ ایڈر کا استعمال کرتے ہوئے دو کے تکمیلی عمل کے لیے ایک سرکٹ بنائیں۔

4. دو half adder اور ایک OR گیٹ کے ساتھ ایک مکمل adder کے لیے ایک سرکٹ بنائیں۔

5. دکھائیں کہ کس طرح ایک کے اضافے کے ساتھ مکمل جمع کرنے والے کو مکمل adder میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔

16.8.4 غیر حل شدہ سوالات (Unsolved Questions)

1. Truth table کے ساتھ HIGH کو فعال کرنے کے ساتھ 8 X 1 لائنوں کے ملٹی پلیکسر کا ایک منطقی خاکہ بنائیں۔

16.9 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

1. Digital Electronics Book by R P Jain
2. Digital Logic and Computer Design Book by Morris Mano
3. Digital Electronics Book by Morris Mano
4. Digital Circuits and design Book by Salivahanan
5. Fundamentals of Digital Circuits Book by A Anand Kumar
6. Digital Electronics Book by Salivahanan
7. “Introduction to Instrumentation and Measurements” by Robert B. Northrop
8. “Instrumentation Reference Book” by Walt Boyes (Editor)
9. "Basic Electronics digital and Microprocessor Manual" by S K Gupta
10. "Basic Electronics" by K Uma Rao and M A Ibrar Jahan

Maulana Azad National Urdu University

B.Sc. (MPC/MPCs) V Semester Examination

BSPH501CCT:طبیعات(Digital Analog and Instrumentation)

Time: 3 hrs **Marks: 70**

ہدایات:

یہ پرچہ سوالات تین حصوں پر مشتمل ہے۔ حصہ اول، دوم سوم۔ ہر جواب کے لیے لفظوں کی تعداد اشارۃ ہے۔ تمام حصوں سے سوالوں کا جواب دینا لازمی ہے۔

1. حصہ اول میں 10 لازمی سوالات ہیں۔ جو کہ معروضی سوالات / خالی جگہ پر کرنا / مختصر جواب والے سوالات ہیں۔ ہر سوال کا جواب لازمی ہے۔ ہر سوال کے لیے 1 نمبر مختص ہے۔ (10x1=10 Marks)
2. حصہ دوم میں 8 سوالات ہیں۔ اس میں سے طالب علم کوئی (5) سوالوں کے جواب دینے ہیں۔ ہر سوال کا جواب تقریبا دو سو (200) لفظوں پر مشتمل ہے۔ ہر سوال کے لیے 6 نمبرات مختص ہیں۔ (5x6=30 Marks)
3. حصہ سوم میں 5 سوالات ہیں۔ اس میں سے طالب علم کو کوئی تین سوالوں کے جواب دینے ہیں۔ ہر سوال کا جواب تقریباً پانچ سو (500) لفظوں پر مشتمل ہے۔ ہر سوال کے لیے 10 نمبرات مختص ہیں۔ (3x10=30 Marks)

حصہ اول

سوال(1)

i. پی ٹائپ اور این ٹائپ سیمی کنڈکٹر کیا ہے؟

ii. L.E.D کے دو فائدے لکھیں۔

iii. ۔کل ایمیٹر کرنٹ.....ہے

iv. ٹرانجسٹر دو پورٹ ماڈل بنائیں۔

v. وین برج آسکیلیٹر_____ استعمال کرتا ہے۔

vi. ریگولیٹڈ ڈی سی پاور سپلائی کو_____ بھی کہا جاتا ہے۔

vii. یمپلیفائر کیا ہے؟...

viii. CRT کا مطلب____ ہے؟

ix. ڈیجیٹل سسٹمز سے کیا مراد ہے؟

x. نصف ایڈر سرکٹ میں دو ان پٹ ہوتے ہیں اور

(a ایک آؤٹ پٹ (b دو آؤٹ پٹ (c تین آؤٹ پٹ (d ان میں سے کوئی نہیں۔

حصہ دوم

2. N قسم اور P قسم کے سیمی کنڈکٹرز کے درمیان فرق بتائیں۔
3. فوٹوڈیوڈ پر نوٹ لکھیں۔
4. آر سی فیز شفٹ آسکیلیٹر کی وضاحت کریں؟
5. ایک Op Amp کیا ہے اور اس کی خصوصیات کیا ہیں؟
6. 555 ٹائمر آئی سی میں کنٹرول وولٹیج پن کی کیا اہمیت ہے؟
7. ڈیجیٹل کمپیوٹر اپنے کام کے لیے بائنری نمبر سسٹم کیوں استعمال کرتے ہیں؟
8. وضاحت کریں کہ دو ان پٹ والے NAND گیٹ کو یونیورسل گیٹ کیوں کہا جاتا ہے؟
9. نصف ایڈر کی وضاحت کریں۔

حصہ سوم

10. تفصیل وولٹیج گین، کرنٹ گین، ان پٹ امپیڈنس اور آؤٹ پٹ ایڈمٹینس کے لیے مساوات اخذ کریں کم فریکوئنسی ہائبرڈ پیرامیٹر ماڈل استعمال کرنے والے BJT کے لیے CE (a) کنفیگریشن CB (b) ترتیب اور . 10. اس کے ان پٹ اور آؤٹ پٹ سٹیٹک سے ہائبرڈ پیرامیٹرز کے تعین کے طریقے بیان کریں خصوصیات
11. ایک کامل موجی راست گر کا سرکٹ خاکہ بنائیے اور اس کی کارکردگی کو سمجھائیے۔
12. CRO کی بناوٹ اور اس کے کام پر تفصیلاً نوٹ لکھیں۔
13. سادہ سرکٹس کے ذریعہ ذیل میں دیئے گئے لوجک گیٹس کے کام کرنے کا طریقہ بتلائیے AND NOT اور OR۔
14. مناسب منطق سرکٹ ڈایاگرام کے ساتھ مکمل ایڈر کی وضاحت کریں۔

☆☆☆☆