# ٹرانسسٹر کے بنیادی اصول

سید اقبال حسین رضوی

قومی کونسل برائے فروغ اردو زبان، نئی دہلی

# ٹرانسسٹر کے بنیادی اصول

سید اقبال حسین رضوی

قومی کونسل برائے فروغ اردو زبان
وزارت ترقی انسانی وسائل، حکومت ہند
فروغ اردو بھون، FC-33/9، انسٹی ٹیوشنل ایریا، جسولہ، نئی دہلی۔110025

© قومی کونسل برائے فروغ اردو زبان، نئی دہلی


| | | |
|---|---|---|
| پہلی اشاعت | : | 1981 |
| دوسری طباعت | : | 2010 |
| تعداد | : | 550 |
| قیمت | : | -/38 روپے |
| سلسلۂ مطبوعات | : | 276 |

Transistor ke Buniyadi Usool

*by*

**Syed Iqbal Husain Rizvi**

ISBN :978-81-7587-357-5

ناشر: ڈائرکٹر، قومی کونسل برائے فروغ اردو زبان، فروغ اردو بھون، FC-33/9، انسٹی ٹیوشنل ایریا، جسولہ، نئی دہلی 110025

فون نمبر: 49539000، فیکس: 49539099

ای میل: urducouncil@gmail.com، ویب سائٹ: www.urducouncil.nic.in

طابع: جے۔کے۔ آفسیٹ پرنٹرز، بازار مٹیا محل، جامع مسجد، دہلی-110006

اس کتاب کی چھپائی میں 70GSM, TNPL Maplitho کاغذ استعمال کیا گیا ہے۔

# پیش لفظ

انسان اور حیوان میں بنیادی فرق نطق اور شعور کا ہے۔ ان دو خداداد صلاحیتوں نے انسان کو نہ صرف اشرف المخلوقات کا درجہ دیا بلکہ اسے کائنات کے ان اسرار و رموز سے بھی آشنا کیا جو اسے ذہنی اور روحانی ترقی کی معراج تک لے جا سکتے تھے۔ حیات و کائنات کے مخفی عوامل سے آگہی کا نام ہی علم ہے۔ علم کی دو اساسی شاخیں ہیں باطنی علوم اور ظاہری علوم۔ باطنی علوم کا تعلق انسان کی داخلی دنیا اور اس دنیا کی تہذیب و تطہیر سے رہا ہے۔ مقدس پیغمبروں کے علاوہ، خدا رسیدہ بزرگوں، سچے صوفیوں اور سنتوں اور فکر رسا رکھنے والے شاعروں نے انسان کے باطن کو سنوارنے اور نکھارنے کے لیے جو کوششیں کی ہیں وہ سب اسی سلسلے کی مختلف کڑیاں ہیں۔ ظاہری علوم کا تعلق انسان کی خارجی دنیا اور اس کی تشکیل و تعمیر سے ہے۔ تاریخ اور فلسفہ، سیاست اور اقتصاد، سماج اور سائنس وغیرہ علم کے ایسے ہی شعبے ہیں۔ علوم داخلی ہوں یا خارجی ان کے تحفظ و ترویج میں بنیادی کردار لفظ نے ادا کیا ہے۔ بولا ہوا لفظ ہو یا لکھا ہوا لفظ، ایک نسل سے دوسری نسل تک علم کی منتقلی کا سب سے موثر وسیلہ رہا ہے۔ لکھے ہوئے لفظ کی عمر بولے ہوئے لفظ سے زیادہ ہوتی ہے۔ اسی لیے انسان نے تحریر کا فن ایجاد کیا اور جب آگے چل کر چھپائی کا فن ایجاد ہوا تو لفظ کی زندگی اور اس کے حلقۂ اثر میں اور بھی اضافہ ہو گیا۔

کتابیں لفظوں کا ذخیرہ ہیں اور اسی نسبت سے مختلف علوم و فنون کا سرچشمہ۔ قومی کونسل برائے فروغ اردو زبان کا بنیادی مقصد اردو میں اچھی کتابیں طبع کرنا اور انھیں کم سے کم قیمت پر علم و ادب کے شائقین تک پہنچانا ہے۔ اردو پورے ملک میں سمجھی جانے والی، بولی جانے والی اور

پڑھی جانے والی زبان ہے بلکہ اس کے سمجھنے، بولنے اور پڑھنے والے اب ساری دنیا میں پھیل گئے ہیں۔ کونسل کی کوشش ہے کہ عوام اور خواص میں یکساں مقبول اس ہر دلعزیز زبان میں اچھی نصابی اور غیر نصابی کتابیں تیار کرائی جائیں اور انھیں بہتر سے بہتر انداز میں شائع کیا جائے۔ اس مقصد کے حصول کے لیے کونسل نے مختلف النوع موضوعات پر طبع زاد کتابوں کے ساتھ ساتھ تنقیدیں اور دوسری زبانوں کی معیاری کتابوں کے تراجم کی اشاعت پر بھی پوری توجہ صرف کی ہے۔

یہ امر ہمارے لیے موجب اطمینان ہے کہ ترقی اردو بیورو نے اور اپنی تشکیل کے بعد قومی کونسل برائے فروغ اردو زبان نے مختلف علوم و فنون کی جو کتابیں شائع کی ہیں، اردو قارئین نے ان کی بھرپور پذیرائی کی ہے۔ کونسل نے ایک مرتب پروگرام کے تحت بنیادی اہمیت کی کتابیں چھاپنے کا سلسلہ شروع کیا ہے، یہ کتاب اسی سلسلے کی ایک کڑی ہے جو امید ہے کہ ایک اہم علمی ضرورت کو پورا کرے گی۔

اہل علم سے میں یہ گزارش بھی کروں گا کہ اگر کتاب میں انھیں کوئی بات نادرست نظر آئے تو ہمیں لکھیں تاکہ جو خامی رہ گئی ہو وہ اگلی اشاعت میں دور کر دی جائے۔

ڈاکٹر محمد حمید اللہ بھٹ
ڈائرکٹر

# فہرست


| | | |
|---|---|---|
| 1 | تمہید | 5 |
| 2 | نیم چالک کا نظریہ | 8 |
| 3 | جنکشن ٹرانسسٹر | 23 |
| 4 | ٹرانسسٹر ایمپلی فائر کے بنیادی سرکٹ | 30 |
| 5 | آواز بڑھانے والے ٹرانسسٹر ایمپلی فائر | 43 |
| 6 | ٹرانسسٹر ملٹی وائبریٹر | 51 |
| 7 | دیگر اقسام کے ٹرانسسٹر اور ڈائی اوڈ | 56 |
| 8 | مرکب سرکٹ یا آئی۔سی | 72 |
| 9 | کمپیوٹر اور ٹرانسسٹر | 84 |
| 10 | ٹرانسسٹر میں خرابیاں، ان کی جانچ اور استعمال میں احتیاط | 102 |
| 11 | ٹرانسسٹر بنانے کے طریقے | 111 |
| 12 | ٹرانسسٹر ریڈیو اور اس کی عام خرابیوں کو دور کرنے کے طریقے | 114 |

# باب 1

# تمہید

ٹرانسسٹر (TRANSISTOR) کی ایجاد نے ریڈیو کی دنیا میں انقلاب پیدا کر دیا ہے۔ یہ پاکٹ ٹرانسسٹر ریڈیو، کیسٹ (CASSETTE) ٹیپ ریکارڈر، چھوٹے چھوٹے ایمپلی فائر (AMPLIFIER)، ٹرانسسٹر ٹیلی ویژن (TELEVISION)، آئی سی (INTEGRATED CIRCUIT)، کمپیوٹر اور اس طرح کی ہزاروں ترقیاتی مشینیں اسی ایک ٹرانسسٹر کا کرشمہ ہیں جو اپنی پیمائش میں ایک مٹر کے دانے سے کچھ ہی بڑا ہوگا۔

ٹرانسسٹر کی ایجاد کا سہرا امریکہ کے ماہرین طبیعیات جان بارڈین، ولیم شاکلے اور ڈبلو ایچ براٹین کے سر ہے جنھوں نے 1948 میں بیل ٹیلی فون لیبورٹری میں کام کرتے وقت اس کو سب سے پہلے معلوم کیا تھا۔ اس کی ایجاد سے قبل کسی بھی برقی سگنل (SIGNAL) کی طاقت کے بڑھانے کے لیے ریڈیو والو (VALVE) کی ضرورت پیش آتی تھی لیکن ان امریکی سائنس دانوں نے ایک چھوٹے سے جرمینیم (GERMANIUM) اور سلیکان (SLICON) کے کرسٹل کا استعمال کر کے بڑے بڑے ریڈیو والوں کو چھوٹے چھوٹے ٹرانسسٹروں سے بدل دیا۔ ٹرانسسٹر کی ایجاد کے بعد اس مختصر سے تیس سال کے عرصہ میں اس کی تیکنیکی کاریگری اور ساخت میں اس تیزی کے ساتھ ترقی ہوئی ہے کہ دانتوں میں انگلی دبائے بغیر نہیں رہا جا سکتا۔ اس حیرت انگیز ترقی کا اندازہ اس سے کیا جا سکتا ہے کہ انگلی کے ناخن سے بھی چھوٹے سلیکان کے ایک واحد ورق میں سیکڑوں

ٹرانسسٹر اور مزاحمتیں (RESISTANCES) بنائی جا سکتی ہیں۔ اس ایک چھوٹے سے ورق سے کئی ایمپلی فائر اور دیگر برقیاتی اشیا کا کام لیا جا سکتا ہے۔ انھیں آئی سی کہتے ہیں۔ اس کی مدد سے بڑے بڑے کمپیوٹر بہت ہی چھوٹی پیمائش میں بنائے جا سکتے ہیں۔ سچ تو یہ ہے کہ اگر ٹرانسسٹر کی ایجاد نہ ہوتی تو انسان کا چاند تک پہنچنے کا خواب شرمندۂ تعبیر نہ ہوتا۔

## ریڈیو والو (VALVE) کے مقابلہ میں ٹرانسسٹر کی افادیت

ریڈیو والو کے مقابلہ میں ٹرانسسٹر زیادہ مفید ثابت ہوا ہے۔ اس کی وجہ کیا ہے؟ اس کو سمجھنے کے لیے ان دونوں میں جو خاص خاص فرق ہیں اس کو جاننا ضروری ہے؟ والو کے مقابلہ میں ٹرانسسٹر کے زیادہ مقبول ہونے کے اسباب حسبِ ذیل ہیں۔

1۔ ریڈیو والو میں دھات کا ایک چھوٹا تار ہوتا ہے جس کو فلامینٹ (FILAMENT) یا ہیٹر کہتے ہیں۔ اس ہیٹر کو برقی رَو (CURRENT) کے ذریعہ گرم کرکے حراری اخراج پیدا کیا جاتا ہے جو تیز رو الیکٹران (ELECTRONS) کا سرچشمہ ہے۔ اس کو گرم کرنے کے لیے کافی برقی طاقت خرچ ہوتی ہے۔ ٹرانسسٹر میں فلامینٹ یا ہیٹر کی ضرورت نہیں ہوتی اور اس طرح برقی طاقت کا خرچ بہت کم ہوتا ہے۔ اس لیے ٹرانسسٹر کا استعمال بہ مقابلہ ریڈیو والو کے سستا ہے۔

2۔ ٹرانسسٹر میں چونکہ کسی ہیٹر کی ضرورت نہیں ہوتی اس لیے اس کو جیسے ہی چالو کیا جاتا ہے یہ فوراً کام کرنا شروع کر دیتا ہے جبکہ والو کے ریڈیو کو کام کرنے میں کچھ وقت درکار ہوتا ہے۔

3۔ ٹرانسسٹر کی ساخت بہ مقابلہ والو کے کافی مضبوط اور ٹھوس ہے اس لیے اس کے ٹوٹنے پھوٹنے کا ڈر کم رہتا ہے اور اس طرح اس کے استعمال کرنے میں زیادہ احتیاط کی ضرورت نہیں ہوتی۔ یہی وجہ ہے کہ ٹرانسسٹر بہ مقابلہ والو کے زیادہ عرصہ تک کام کر سکتا ہے۔

4۔ ٹرانسسٹر کے لیے بہ مقابلہ والو کے بہت کم برقی وولٹ (VOLT) کی ضرورت ہوتی ہے۔ ایک والو کے چلانے کے لیے تقریباً 220 وولٹ چاہیے ہیں جبکہ ٹرانسسٹر

صرف 6 یا 9 وولٹ بیٹری پر چل سکتا ہے۔

5۔ ٹرانسسٹر حجم میں والو کے مقابلہ میں بہت چھوٹا ہوتا ہے۔ زیادہ تر ٹرانسسٹر حجم میں I.C.C سے بھی کم ہوتے ہیں۔ حالانکہ اب والو بھی بہت چھوٹے چھوٹے آنے لگے ہیں پھر بھی ٹرانسسٹر کے مقابلہ میں ان کا حجم کافی بڑا ہوتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ ٹرانسسٹر سے بنا ہوا کوئی بھی برقی آلہ والو سے بنے ہوئے برقی آلہ سے بہت چھوٹا ہوتا ہے۔ جس کو اِدھر اُدھر لے جانے میں بہت آسانی ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر والو کا ریڈیو بہ مقابلہ ٹرانسسٹر ریڈیو کے بہت بڑا ہوتا ہے۔ اس کو گھر کے کسی ایک خاص مقام پر رکھنا ہوتا ہے جبکہ پاکٹ ٹرانسسٹر ریڈیو کو ہاتھ میں لیے لیے کہیں بھی جا سکتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ٹرانسسٹر ریڈیو اس قلیل عرصہ میں مقبولِ عام ہو گئے۔

6۔ ٹرانسسٹر میں کام کرنے کی صلاحیت والو کے مقابلہ میں بہت دن تک رہتی ہے اور اس سے بنا ہوا کوئی بھی برقی آلہ کافی عرصہ تک کام کر سکتا ہے۔

مذکورۂ بالا جتنے بھی نکات پیش کیے گئے ہیں وہ ٹرانسسٹر کو والو کے مقابلہ میں بہتر ثابت کرتے ہیں۔ پھر بھی درج ذیل دو ایک باتیں ایسی ہیں جو ٹرانسسٹر کو والو کے مقابلہ میں کچھ حد تک غیر مفید ثابت کرتی ہیں۔

1۔ ٹرانسسٹر پر درجہ حرارت کا بہت اثر پڑتا ہے۔ درجہ حرارت کے بڑھنے سے ٹرانسسٹر کے کام کرنے کی صلاحیت کم ہوتی جاتی ہے اور یہ زیادہ سے زیادہ ایک خاص درجہ حرارت تک ہی کام کر سکتا ہے۔ اس لیے ٹرانسسٹر ریڈیو یا ٹرانسسٹر سے بنے ہوئے کسی بھی برقیاتی آلہ کو استعمال کرتے ہوئے یہ احتیاط برتنی پڑتی ہے کہ وہ کسی ایسی جگہ نہ استعمال کیا جائے جہاں کا درجہ حرارت زیادہ ہو۔ اس کے متعلق تفصیل سے ہم آئندہ کسی باب میں بیان کریں گے۔

2۔ والو کی طرح ٹرانسسٹر کو بہت زیادہ برقی طاقت حاصل کرنے کے لیے استعمال نہیں کیا جا سکتا۔ کیونکہ اس صورت میں اس کو کافی حرارت کے زیر اثر کام کرنا ہوگا جو ٹرانسسٹر کے لیے مضر ہے۔ حالانکہ موجودہ زمانہ میں زیادہ طاقت کے ٹرانسسٹر (POWERFULTRANSISTOR) بھی بنائے جا رہے ہیں۔

## باب 2

# نیم چالک کا نظریہ

ٹرانسسٹر کی ساخت اور اس کے کام کرنے کے طریقہ کو بیان کرنے سے قبل یہ ضروری ہے کہ نیم چالک ( SEMI CONDUCTOR ) کے نظریہ کو سمجھ لیا جائے کیونکہ ٹرانسسٹر میں کسی نہ کسی نیم چالک جیسے جرمینیم کا استعمال کیا جاتا ہے۔

مختلف اشیا کو ان کی نوعی مزاحمتوں ( RESISTIVITIES ) کے لحاظ سے تین حصوں میں تقسیم کیا جا سکتا۔

1. چالک ( CONDUCTOR ) جن کی نوعی مزاحمتیں بہت کم ہوتی ہیں جیسے مختلف دھاتیں۔ ان میں سے برقی رو ( CURRENT ) آسانی سے گذر سکتی ہے۔

2. حاجز ( INSULATOR ) جن کی نوعی مزاحمتیں بہت زیادہ ہوتی ہیں جیسے سنگ مردہ ( QUARTZ ) یا سنگ مرمر وغیرہ۔ ان میں سے برقی رو آسانی سے نہیں گذر سکتی۔

3. نیم چالک - جیسا کہ نام سے ظاہر ہے یہ کچھ حد تک چالک کی طرح اور کچھ حد تک حاجز کی طرح کام کرتے ہیں۔ مثلاً جرمینیم ایک ایسا ہی عنصر ہے جو ٹرانسسٹر میں کام آتا ہے ان کی نوعی مزاحمتیں درمیانی ہوتی ہیں۔

چالک کی خصوصیت ہے کہ درجہ حرارت بڑھنے کے ساتھ ساتھ اس کی نوعی مزاحمت بھی اسی تناسب سے بڑھتی جاتی ہے۔ چالک کے مقابلہ میں حاجز پر درجہ حرارت کا

بہت کم اثر ہوتا ہے۔ درجۂ حرارت کے بڑھنے سے حاجز کی نوعی مزاحمت میں کوئی فرق نہیں آتا البتہ بڑھتے بڑھتے ایک خاص درجہ حرارت پر حاجز کی نوعی مزاحمت اچانک کم ہو جاتی ہے۔ تجربات سے پتہ چلتا ہے کہ کچھ ایسے قسم کے حاجز جن کی نوعی مزاحمت بہت زیادہ ہوتی ہے ان کو اس نقطہ پر لانے کے لیے جہاں ان کی نوعی مزاحمت اچانک گر جائے زیادہ درجہ حرارت کی ضرورت ہوتی ہے۔ مثلاً سنگِ مروہ کے لیے ایسا ہی درجۂ حرارت تقریباً 2000°C ہے۔

نیم چالک ایک ایسا عنصر ہے جس کی خصوصیت کچھ حد تک چالک اور حاجز دونوں سے ملتی ہے۔ نیم چالک شروع میں ایک حاجز کی طرح کام کرتا ہے لیکن ایک درجہ حرارت پہنچنے پر کچھ حد تک چالک کی طرح کام کرنا شروع کر دیتا ہے یعنی اس حالت میں درجۂ حرارت کے بڑھنے کے ساتھ ساتھ اس حساب سے اس کی نوعی مزاحمت بھی بڑھنے لگتی ہے۔ جب بڑھتے بڑھتے درجۂ حرارت ایک خاص مقام پر پہنچ جاتا ہے تو یہ نیم چالک پھر حاجز کی طرح کام کرنے لگتا ہے یعنی درجۂ حرارت بڑھنے سے اس کی نوعی مزاحمت اچانک گرنے لگتی ہے۔ اس سلسلہ میں یہ بات قابلِ غور ہے کہ کچھ نیم چالک ایسے بھی ہیں جو بظاہر بالکل حاجز کی طرح کام کرتے ہیں۔ فرق صرف اتنا ہے کہ ان کا وہ درجہ حرارت جس پر نوعی مزاحمت اچانک گر جاتی ہے بمقابلہ حاجز بہت کم ہوتا ہے۔ اسی قسم کا ایک نیم چالک خالص جرمینیم ہے۔ چالک۔ حاجز اور نیم چالک کی حسبِ بالا خصوصیات کے اسباب پر غور کرنے کے لیے یہ ضروری ہے کہ مختلف اشیاء کی ایٹمی ساخت پر کچھ روشنی ڈالی جائے۔

## ایٹمی ساخت ( ATOMIC STRUCTURE )

یہ بات تو شاید ہم سب ہی جانتے ہیں کہ دنیا کے تمام مادّی اجسام بہت ہی چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں سے مل کر بنے ہیں۔ جن کو مالی کیول ( MOLECULE ) کہتے ہیں — مالی کیول کسی شے کا وہ چھوٹے سے چھوٹا ٹکڑا ہے جس میں اسی شے کے تمام خواص موجود ہوں۔ مثال کے طور پر پانی کا مالی کیول پانی کا ایک ایسا چھوٹے سے چھوٹا ٹکڑا ہے جس میں پانی کے مکمل خواص موجود ہیں۔

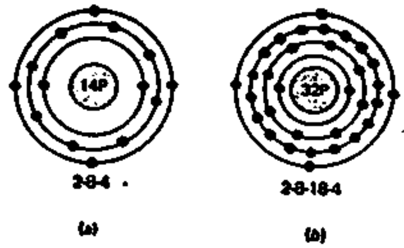
اس سلسلہ میں یہ بات بھی ذہن نشین کر لینا چاہیے کہ ایک مالی کیول کئی ایک دیگر چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں سے مل کر بنا ہے۔ ان ٹکڑوں کو ایٹم ( ATOM ) کہتے ہیں۔ مثلاً پانی کا ایک مالی کیول ہائیڈروجن کے دو ایٹم اور آکسیجن کے ایک ایٹم سے مل کر بنا ہے۔ اس طرح پانی کے ایک مالی کیول میں کل تین ایٹم ہوتے ہیں۔

ایٹم کی خود ایک اپنی ساخت ہے جس کو ایٹمی ساخت کہتے ہیں۔ کسی بھی ایٹم میں خواہ وہ کسی بھی شے کا ہو ایک مثبت برق کا چھوٹا اور بھاری مرکزہ ہوتا ہے جس کو نیوکلس ( NEUCLEUS ) کہتے ہیں۔ اس نیوکلس کے گرد منفی برقاب جنھیں الیکٹران ( ELECTRONS) کہتے ہیں اپنے اپنے مدار پر تیز ترین رفتار سے چکر لگاتے ہیں۔

مثال کے طور پر ایک ہائیڈروجن کے ایٹم کی ایٹمی ساخت پر غور کیجیے۔ ہائیڈروجن کے ایٹم کے نیوکلس میں ایک مثبت برقاب جسے پروٹان ( PROTON ) کہتے ہیں ، ہوتا ہے۔ اس نیوکلس کے گرد ایک الیکٹران جو منفی برقاب ہے اپنے مدار پر چکر لگاتا ہے۔ ایک پروٹان میں مثبت برقی مقدار اتنی ہی ہوتی ہے جتنی ایک الیکٹران میں منفی برقی مقدار۔ ایک پروٹان اور ایک الیکٹران کے یکساں اور متضاد برق ایک دوسرے کے اثر کو ضائع کر دیتے ہیں اور اس طرح سے ہائیڈروجن کا ایٹم بے برق ( NEUTRAL) ہوتا ہے۔

تمام عناصر کو ان کے ایٹمی اعداد ( ATOMIC NUMBER ) کے لحاظ سے مرتب کیا گیا ہے۔ ایٹمی عدد سے مراد یہ ہے کہ کسی عنصر کے ایٹم میں جتنے الیکٹران ہوتے ہیں وہی اس کا ایٹمی عدد کہلائے گا۔ مثلاً ہائیڈروجن کا ایٹمی عدد سب سے کم یعنی صرف 1 ہے جبکہ نوبلیم ( NOBLEUM ) کا ایٹمی عدد 102 ہے۔ جس کا مطلب یہ ہے کہ نوبلیم کے ایک ایٹم میں 102 الیکٹران ہوتے ہیں۔ یہ تمام الیکٹران نیوکلس کے گرد مختلف خولوں ( SHELLS ) میں ایک مخصوص تعداد میں بٹے ہوتے ہیں۔

جرمینیم جو ایک نیم چالک ہے اور ٹرانسسٹر کا ایک خاص جز ہے اس کی ایٹمی ساخت پر غور کیا جائے۔ جرمینیم کا ایٹمی عدد 32 ہے۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ جرمینیم کے نیوکلس کے گرد 32 الیکٹران مختلف خولوں میں گھومتے ہیں۔ جرمینیم کے ایٹم کو بے برق رکھنے کے لیے یہ ضروری ہے کہ نیوکلس میں 32 پروٹان ہونا چاہیے۔




شکل ا — 2
(a) سلیکان کی ایٹمی ساخت
(b) جرمینیم کی ایٹمی ساخت

شکل (a) ا۔ 2 میں سلیکان جس کا ایٹمی عدد 14 ہے ایٹمی ساخت دکھائی گئی ہے جبکہ شکل (b) ا۔ 2 میں جرمینیم کی ایٹمی ساخت دکھائی گئی ہے۔ جرمینیم کے ایٹم کے نیوکلس میں 32 پروٹان ہوتے ہیں جیسا شکل میں دکھایا گیا ہے۔ نیوکلس کے گرد چار خول ہوتے ہیں۔ ان چاروں خولوں میں 32 الیکٹران ایک خاص تعداد میں بٹے ہوتے ہیں جو بالترتیب اس طرح ہیں۔ پہلے خول میں صرف 2 الیکٹران' دوسرے میں 8 ' تیسرے میں 18 اور چوتھے خول میں صرف 4 الیکٹران چکر لگاتے ہیں۔ سب سے باہری خول کے یہ 4 الیکٹران بہت اہمیت رکھتے ہیں۔

یہ بات قابلِ غور ہے کہ ایٹم خواہ کسی بھی عنصر کا ہو اس کے نیوکلس کے گرد ہر خول میں چکر لگانے والے الیکٹران کی زیادہ سے زیادہ تعداد معیّن ہوتی ہے۔ وہ خول جس میں الیکٹران کی زیادہ سے زیادہ ممکن تعداد مکمل ہوتی ہے' ایک بند خول ( CLOSED SHELL ) کہلاتا ہے۔

اگر کسی ایٹم کے سارے خول بند ہوں تو ایٹم پائیدار ہوتا ہے لیکن عموماً اجزار کے ایٹم پائیدار نہیں ہوتے ہیں بلکہ اس کے سب سے باہری خول میں ممکن تعداد سے کچھ کم الیکٹران ہوتے ہیں۔ بقیہ خولوں کے الیکٹران کی تعداد مکمل ہوتی ہے۔ مثلاً جرمینیم کے ایٹم کے سب سے باہری خول میں 4 الیکٹران ہوتے ہیں جبکہ اس کو پائیدار کرنے کے لیے اس میں کل 18 الیکٹران ہونے چاہئیں۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ اس خول میں 4 الیکٹران اور آسکتے ہیں۔

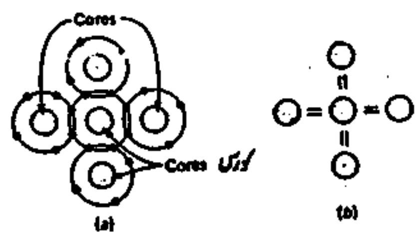
جرمینیم کی طرح سلیکان بھی ایک ایک نیم چالک ہے۔ اس کی ایٹمی ساخت جیسی شکل

(ا) 2-1 میں دکھائی گئی ہے اس طرح سے ہے کہ پہلے خول میں 2، دوسرے میں 8 اور تیسرے یعنی سب سے باہری خول میں 4 الیکٹران ہوتے ہیں۔ اس طرح اس کو پائیدار کرنے کے لیے سب سے باہری خول میں 4 الیکٹران کی اور ضرورت ہے۔

## کرسٹل (CRYSTAL)

ابھی تک ہم نے جرمینیم اور سلیکان کے ایک تنہا ایٹم کی ہی ساخت پر غور کیا ہے۔ جب ہم بہت سے ایٹموں کو ساتھ ملا کر غور کریں تو شکل کچھ اور ہی نظر آتی ہے۔ مثلاً جرمینیم کے ایک ٹکڑے میں سارے ایٹم بالترتیب ایک دوسرے سے جڑے ہوتے ہیں جس کو جرمینیم کا کرسٹل (CRYSTAL) کہتے ہیں۔

جیسا کہ اوپر بیان کیا جا چکا ہے کہ جرمینیم کے سب سے باہری خول میں 4 الیکٹران ہوتے ہیں جنھیں ویلینس (VALENCE) الیکٹران کہتے ہیں۔ جرمینیم کے کرسٹل کی ساخت کچھ اس طرح ہوتی ہے کہ اس کا ہر ایٹم اپنے گرد کے چار ایٹموں کے وسط میں ہوتا ہے اس



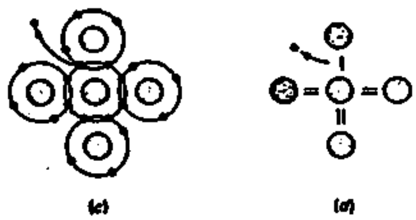

شکل 2-2
(ا) وسط کا ایٹم اپنے پڑوسی چار ایٹموں سے ملا ہوا
(b) کوویلینٹ بانڈ (COVALENT BOND)

ایٹم کے چاروں ویلینس الیکٹران اپنے پڑوسی چار ایٹموں کے چار ویلینس الیکٹران سے مل کر 8 الیکٹران کی تعداد مکمل کر لیتے ہیں جیسا کہ شکل (ا) 2-2 میں دکھایا گیا ہے۔ اس طرح جرمینیم کا ہر ایٹم ایک خاص کشش کے تحت جڑا رہتا ہے۔ شکل میں ہر ایٹم کا سب سے باہری خول دکھایا گیا ہے۔ اس کی اندرونی بقیہ ساخت کو کور (CORE) کے ذریعہ ظاہر کیا گیا ہے۔

جرمینیم کے کرسٹل کا ہر ایٹم اپنے پڑوسی چار ایٹموں سے اس طرح جڑا ہوتا ہے کہ وسط کے ایٹم کا ہر ویلینس الیکٹران اپنے پڑوسی ایٹموں کے ایک ایک ویلینس الیکٹران سے علیحدہ علیحدہ ایک باہمی رابطہ یا بندھن قایم کرتا ہے۔ اس باہمی بندھن کو "ویلنٹ بانڈ" ( COVALENT BOND ) کہتے ہیں جو شکل ( ط ) 2-2 میں سیدھی لکیروں کے ذریعہ دکھایا گیا ہے جب تک یہ بندھن نہیں ٹوٹتا ایٹم کے الیکٹران ایک دوسرے سے جڑے رہتے ہیں۔ مطلق صفر درجہ حرارت ( -273°C ) پر جرمینیم حاجز کی شکل میں رہتا ہے۔ لیکن جب جرمینیم میں کچھ حرارت پہنچائی جاتی ہے اور اس کا درجہ حرارت بڑھتا ہے تو اس کے ایٹم حرکت میں آجاتے ہیں اور ان کی باہمی کشش کم ہو جاتی ہے۔ نتیجہ میں کچھ ویلینس الیکٹران اپنے ایٹموں سے ٹوٹ کر باہر نکل آتے ہیں اور وہ آزادی کے ساتھ گھومنے لگتے ہیں۔ ان آزاد الیکٹران کی موجودگی سے جرمینیم کی ایصالیت ( CONDUCTIVITY ) بڑھ جاتی ہے اور اس طرح جرمینیم کمرے کے درجہ حرارت پر ایک نیم چالک ہوتا ہے۔

## سوراخ (HOLE)

جیساکہ اوپر بیان کیا جاچکا ہے کہ درجہ حرارت بڑھانے پر یا کوئی خارجی برقی توانائی دینے پر کرسٹل کے ایٹموں کی باہمی کشش یا ان کے کوویلنٹ بانڈ کمزور ہو جاتے ہیں اور اس طرح کچھ ویلینس الیکٹران اس بندھن سے ٹوٹ کر اپنے خول سے باہر آجاتے ہیں جیسا ( c ) 3-2 میں دکھایا گیا ہے۔ اس میں وسط کے ایٹم کا ایک ویلینس الیکٹران اپنے ایک پڑوسی ایٹم کے ویلینس الیکٹران سے بنے ہوئے کوویلنٹ بانڈ کو توڑ کر باہر آجاتا



(c) (d)

شکل 3-2

(c) آزاد الیکٹران اور ہول

(d) ٹوٹا ہوا کوویلنٹ بانڈ

ہے۔ ٹوٹا ہوا کو ویلینٹ بانڈ شکل (الف) 3-2 میں دکھایا گیا ہے۔ جب کوئی الیکٹران اپنے خول سے ٹوٹ کر باہر آجاتا ہے تو وہ اس خول میں اپنی ایک جگہ چھوڑ دیتا ہے جس کو سوراخ یا ہول (HOLE) کہتے ہیں۔ کیونکہ الیکٹران میں منفی برق ہوتی ہے اس لیے جرمینیم کے ایٹم سے ایک منفی برق نکل جانے سے وہ مثبت برق ہو جاتا ہے۔ اس طرح ہم کہہ سکتے ہیں کہ ہول ایک مثبت برق کا کام کرتا ہے جو ایک منفی برق یعنی الیکٹران کو اپنی جانب کھینچ سکتا ہے۔

جرمینیم کے کرسٹل میں اس طرح کے لاکھوں آزاد الیکٹران اور ہول پیدا ہو جاتے ہیں۔ جیسے ہی ایک ہول بنتا ہے اس کی جگہ کو پُر کرنے کے لیے فوراً پڑوس سے ایک الیکٹران آجاتا ہے۔ یہ الیکٹران جس جگہ سے آتا ہے وہاں بھی ایک ہول بن جاتا ہے۔ اب یہ ہول کسی دوسرے الیکٹران کو کھینچ لیتا ہے اور اس طرح ہول بننے اور پُر ہونے کا سلسلہ جاری رہتا ہے اس کو دوسرے الفاظ میں ہم کہہ سکتے ہیں کہ ہول بھی الیکٹران کی طرح تیزی سے حرکت کرتا ہے۔ جس طرح الیکٹران کی حرکت سے جرمینیم کے کرسٹل میں کرینٹ بہتا ہے اسی طرح ہم کہہ سکتے ہیں کہ ہول کی حرکت سے بھی کرینٹ بہتا ہے جسے ہول کرینٹ (HOLE CURRENT) کہتے ہیں۔ آزاد الیکٹران کی حرکت سے جو جرمینیم یا سلیکان کے کرسٹل میں کرینٹ بہتا ہے اس کو الیکٹران کرینٹ (ELECTRON CURRENT) کہتے ہیں۔ ہول کرینٹ الیکٹران کرینٹ کے مخالف سمت میں بہے گا۔

ایک خاص درجہ حرارت پر حراری توانائی (THERMAL ENERGY) کی وجہ سے کسی خالص جرمینیم کے کرسٹل میں ہول کی تعداد اتنی ہی ہوتی ہے جتنی آزاد الیکٹران کی تعداد۔ درجہ حرارت بڑھنے پہ حراری توانائی بڑھتی ہے اور اس طرح آزاد الیکٹران اور ساتھ ساتھ ہول کی تعداد بھی بڑھتی جاتی ہے۔ جتنے حرکت کرنے والے آزاد الیکٹران بڑھتے جاتے ہیں اتنی ہی جرمینیم کی ایصالیت بھی بڑھتی جاتی ہے۔

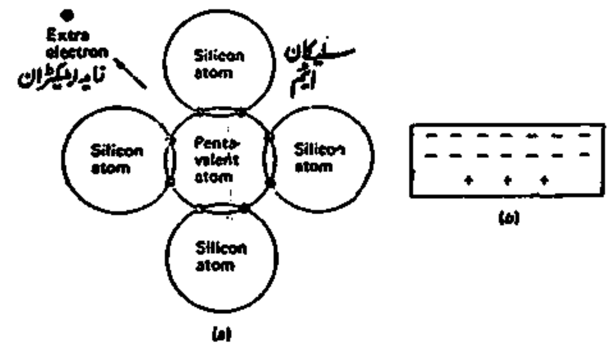
اس طرح ہم کہہ سکتے ہیں کہ ہول بھی الیکٹران کی طرح جرمینیم یا سلیکان کے کرسٹل میں آزادی سے دوڑنے والے حرکت پذیر ذرات ہیں۔ فرق اتنا ہے کہ ایک ہول میں مثبت برق یا چارج ہوتا ہے جبکہ الیکٹران میں منفی چارج۔ ایک بات یاد رکھنی چاہیے کہ الیکٹران کرسٹل میں بہ مقابلہ ہول کے تیزی سے حرکت کرتے ہیں۔

## 'N' قسم کا نیم چالک (N-TYPE SEMICONDUCTOR)

کمرے کے درجہ حرارت پر خالص جرمینیم یا خالص سلیکان کی مزاحمت زیادہ ہوتی ہے یعنی اس کی ایصالیت کم ہوتی ہے۔ جرمینیم یا سلیکان میں اگر کچھ مخصوص اشیاء کی ملاوٹ کی جائے تو ان کی مزاحمت بہت کم کی جاسکتی ہے۔

اگر ہم خالص جرمینیم یا سلیکان کے کرسٹل میں تھوڑی سی مقدار میں آرسینک (ARSENIC) کی ملاوٹ کردیں تو ہم دیکھتے ہیں کہ جرمینیم کی مزاحمت بہت کم ہوجاتی ہے۔ آرسینک کے ایک ایٹم میں پانچ ویلینس الیکٹران ہوتے ہیں یعنی اس کے باہری خول میں 5 الیکٹران چکر لگاتے ہیں جبکہ جرمینیم یا سلیکان کے ایٹم کے باہری خول میں صرف 4 الیکٹران ہوتے ہیں۔ وہ عناصر جن کے ایٹموں کے سب سے باہری خول میں 5 الیکٹران ہوتے ہیں' ان کو 5 ویلینس الیکٹران والے عناصر (PENTA VALENT ELEMENTS) کہتے ہیں۔ آرسینک کی طرح فاسفورس (PHOSPHORUS) اور اینٹی منی (ANTI MONY) بھی 5 ویلینس الیکٹران والے عناصر ہیں جن کی ملاوٹ سے جرمینیم یا سلیکان کی ایصالیت بڑھ جاتی ہے۔

جب آرسینک یا کسی دوسرے 5 ویلینس الیکٹران والے عنصر کی تھوڑی مقدار خالص جرمینیم یا خالص سلیکان میں ملائی جاتی ہے تو ایک غیر خالص جرمینیم یا سلیکان بنتا ہے۔ اس طرح بنے ہوئے ایک غیر خالص سلیکان کے کرسٹل کی ایٹمی ساخت شکل (a) 4-2 میں دکھائی گئی ہے جیسا شکل میں دکھایا گیا ہے پانچ ویلینس الیکٹران والے عنصر کے ایٹم کے باہری خول کے 5 الیکٹران میں سے 4 الیکٹران اپنے پڑوسی سلیکان کے 4 ایٹموں کے ایک ایک ویلینس الیکٹران سے مل کر اپنے باہری خول میں 8 الیکٹران پورے کرلیتا ہے۔ اس طرح پانچ الیکٹران والے عنصر کا ایک الیکٹران بچ رہتا ہے جو اس غیر خالص سلیکان کے کرسٹل میں آزادی سے گھومنے لگتا ہے۔ اس طرح کے زاید الیکٹران کی تعداد غیر خالص سلیکان میں کافی بڑھ جاتی ہے۔ ان حرکت پذیر الیکٹران کی تعداد بڑھنے کی وجہ سے سلیکان کی مزاحمت بہت کم ہوجاتی ہے اور اس طرح معمولی درجہ حرارت پر بھی بہ مقابلہ خالص سلیکان کے غیر خالص سلیکان کی ایصالیت بڑھ جاتی ہے۔




شکل 4—2

(a) پانچ ویلینس الیکٹران والے عنصر کی ملاوٹ سے بنے ہوئے سیلیکان کرسٹل کی ایٹمی ساخت

(b) N قسم کے نیم چالک کے کرسٹل کی برقی بناوٹ

پانچ ویلینس الیکٹران والے عناصر کی ملاوٹ سے بنے ہوئے اس طرح کے غیر خالص نیم چالک، جن میں حرکت پذیر الیکٹران کی تعداد بڑھ جاتی ہے' N ' قسم کے نیم چالک (N-TYPE SEMICONDUCTOR) کہلاتے ہیں۔ 'N' انگریزی کے لفظ 'NEGATIVE' یعنی منفی برق کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ منفی برق نیم چالک میں اس طرح کی ملاوٹ کی بنا پر حرکت پذیر الیکٹران کی زیادتی کی وجہ سے ہوتی ہے کیونکہ جیسا ہم جانتے ہیں الیکٹران میں منفی برق ہوتی ہے۔

پانچ ویلینس الیکٹران والے عناصر جیسے آرسینک، اینٹی منی اور فاسفورس جو اپنے ایٹم سے ایک الیکٹران نکال کر کسی دوسرے ایٹم کو قرض یا عطا کر دیتے ہیں ان کو معطی (DONOR) کہتے ہیں۔

اگر ہم جیسا شکل (b) 4-2 میں دکھایا گیا ہے کسی 'N' نیم چالک کے ایک کرسٹل کی برقی بناوٹ پر غور کریں تو اس میں دو قسم کے "برق بردار" (CARRIERS) نظر آتے ہیں۔

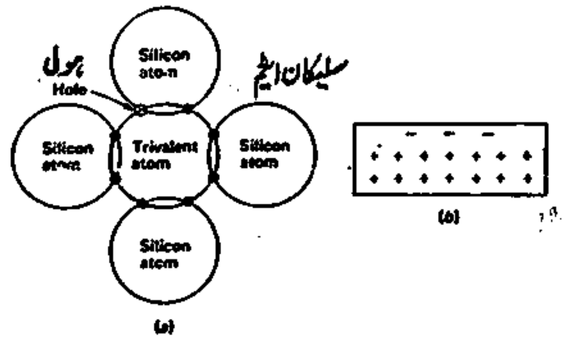
ا ۔ وہ برق بردار جن کی تعداد اس کرسٹل میں سب سے زیادہ ہے ان کو 'اکثریت برق بردار' (MAJORITY CARRIERS) کہتے ہیں۔ جیسا شکل سے ظاہر ہے 'N' نیم چالک میں حرکت پذیر الیکٹران جن کی تعداد بہت زیادہ ہے اکثریت برق بردار

کہلائیں گے۔ ان کو شکل میں "—" نشان سے ظاہر کیا گیا ہے۔

2۔ اس کرسٹل میں حراری توانائی کی وجہ سے پیدا ہونے والے کچھ ہول بھی ہیں جن کو مثبت برق ہونے کی وجہ سے شکل میں '+' سے ظاہر کیا گیا ہے کیونکہ ان کی تعداد بہت کم ہوتی ہے اس لیے ان کو 'اقلیت برق بردار' (MINORITY CARRIERS) کہتے ہیں۔

## 'P' قسم کا نیم چالک (P-TYPE SEMICONDUCTOR)

خالص سلیکان کے کرسٹل میں اگر تین ویلینس الیکٹران والے عناصر (TRIVALENT ELEMENTS) جیسے انڈیم (INDIUM) 'المونیم یا گیلیم (GALLIUM) کی تھوڑی مقدار میں ملاوٹ کی جائے تو اس سے جو غیر خالص سلیکان کرسٹل بنے گا اس کی ایٹمی ساخت شکل (a) 5-2 میں دکھائی گئی ہے جیسا کہ شکل سے ظاہر ہے۔ تین ویلینس الیکٹران والے عنصر کے ایٹم کے باہری خول کے تین الیکٹران اپنے پڑوسی سلیکان کے ایٹموں کے 4 ویلینس الیکٹران سے مل کر اپنے باہری خول میں صرف 7 الیکٹران پورے کر پاتے ہیں جبکہ اس کو 8 الیکٹران کی ضرورت ہے۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ اس کو ایک الیکٹران کی اور ضرورت ہے جو اس کو حاصل نہیں ہو پاتا اور اس طرح اس




شکل 5-2

(a) تین ویلینس الیکٹران والے عنصر کی ملاوٹ سے بنے ہوئے سلیکان کرسٹل کی ایٹمی ساخت

(b) 'P' قسم کے نیم چالک کے کرسٹل کی برقی بناوٹ

کی جگہ خالی رہتی ہے۔ یہ خالی جگہ جیسی کہ شکل میں دکھائی گئی ہے ایک ہول پیدا کردیتی ہے۔ یہ ہول اپنی جگہ پُر کرنے کے لیے پڑوس سے سلیکان کے ایٹم سے ایک ویلنس الیکٹران کو اپنی طرف کھینچ لیتا ہے۔ یہ سلسلہ جاری رہتا ہے اور اس طرح ہول بھی متحرک ہوجاتا ہے۔ وہ غیر خالص نیم چالک جو کسی تین ویلنس الیکٹران والے عنصر مثلاً انڈیم یا گیلیم کی ملاوٹ سے بنتا ہے اس کو 'P' قسم کا نیم چالک (P-TYPE SEMI CONDUCTOR) کہتے ہیں۔ 'P' انگریزی لفظ 'POSITIVE' یعنی مثبت برق کو ظاہر کرتا ہے۔ کسی (قسم) نیم چالک میں بہ مقابلہ الیکٹران کے ہول کی تعداد بہت زیادہ ہوتی ہے اور اس میں مثبت برق ہوتا ہے۔

اگر ہم جیسا شکل (b) 5-2 میں دکھایا گیا ہے 'P' نیم چالک کے کرسٹل کی بناوٹ پر غور کریں تو ظاہر ہوتا ہے کہ

1- اس میں اکثریت برق بردار ہول ہوتے ہیں کیونکہ ان حرکت پذیر ہول کی تعداد بہت زیادہ ہوتی ہے۔ ان کو شکل میں '+' نشان سے ظاہر کیا گیا ہے۔

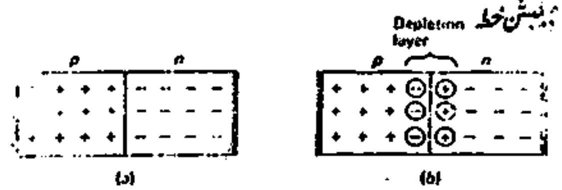
2- حراری توانائی کے نتیجہ میں کچھ الیکٹران بھی پیدا ہوجاتے ہیں جن کی تعداد بہت کم ہونے کی وجہ سے اقلیت برق بردار کہلاتے ہیں جن کو شکل میں '-' نشان سے ظاہر کیا گیا ہے۔

اس سلسلہ میں یہ بات قابلِ غور ہے کہ N قسم کے یا P قسم کے دونوں ہی نیم چالک میں کچھ نہ کچھ مزاحمت ہوتی ہے۔ یہ مزاحمت ملاوٹ کے عناصر کی مقدار کو گھٹانے بڑھانے سے زیادہ یا کم کی جاسکتی ہے۔

## PN جنکشن اور جنکشن ڈائی اوڈ (JUNCTION DIODE)

اگر ہم N نیم چالک کے ایک ٹکڑے کو اُسی کے مانند P نیم چالک کے کسی ٹکڑے سے آپس میں اس طرح ملائیں جیسا شکل (a) 6-2 میں دکھایا گیا ہے تو دونوں ٹکڑوں کے اتصال کو PN جنکشن کہتے ہیں اور اس سے جو مخلوط کرسٹل بنتا ہے اس کو جنکشن ڈائی اوڈ (JUNCTION DIODE) کہا جاتا ہے۔

جیسا شکل میں دکھایا گیا ہے N نیم چالک داہنی جانب اور P نیم چالک بائیں




شکل 6 ـــ 2

(a) PN جنکشن ڈائی اوڈ کی برقی بناوٹ ڈپلیشن خطہ بننے سے پہلے

(b) چارج سے خالی شدہ ڈپلیشن خطہ جو PN جنکشن پر دکھایا گیا ہے

جانب ہے۔ N نیم چالک کے حصہ میں اکثریت الیکٹران کی ہے جبکہ P نیم چالک کے حصہ میں ہول کی اکثریت ہے۔ ان کو منفی "ـــ" اور مثبت "+" نشانوں سے ظاہر کیا گیا ہے۔

جب N اور P نیم چالک کے دونوں حصے اس طرح آپس میں ملتے ہیں تو ہم یہ سوچ سکتے ہیں کہ N نیم چالک کے زاید الیکٹران فوراً ہی جنکشن کو پار کر کے P نیم چالک کے حصہ میں پہنچ جائیں گے اور وہاں کے زاید ہول سے مل جائیں گے۔ اصل میں ہوتا بھی ایسا ہی ہے لیکن یہ سلسلہ کافی دیر تک جاری نہیں رہ پاتا۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جب کچھ زاید الیکٹران N نیم چالک کے حصہ کو چھوڑ کر P نیم چالک کی طرف چلے جاتے ہیں تو N نیم چالک میں جو ایک بے برق ہے منفی چارج کی کمی ہو جاتی ہے اور جنکشن کے پاس داہنی جانب کچھ مثبت چارج پیدا ہو جاتا ہے جو شکل (b) 6 - 2 میں ⊕ نشان سے ظاہر کیا گیا ہے۔ اسی طرح P نیم چالک کے زاید ہول جب N نیم چالک سے آئے ہوئے الیکٹران سے مل جاتے ہیں تو P نیم چالک کے حصہ میں مثبت چارج کم ہو جاتا ہے اور PN جنکشن کی بائیں جانب کچھ منفی چارج پیدا ہو جاتا ہے جو شکل میں ⊖ کے نشان سے ظاہر کیا گیا ہے۔ جنکشن کے دونوں جانب مثبت اور منفی چارج پیدا ہونے سے اس کے ذریعہ الیکٹران کی آمد و رفت پر بہت اثر پڑتا ہے۔ N نیم چالک کا یہ مثبت چارج الیکٹران کو جنکشن پار کرنے سے روکتا ہے اور بالفرض محال اگر یہ الیکٹران کسی طرح جنکشن پار کر بھی لیں تو P نیم چالک کی جانب کا منفی چارج اس کو N نیم چالک کے حصہ میں پھر دھکیل دیتا ہے۔ کچھ عرصہ تو یہ الیکٹران جنکشن کو پار کر پاتے ہیں لیکن ایک صورت ایسی آتی ہے کہ الیکٹران کی جنکشن پر حرکت پذیری بالکل ختم ہو جاتی ہے۔ جنکشن کے آس پاس مثبت اور منفی چارج

کا چھوٹا سا ایک خطہ پیدا ہو جاتا ہے۔ اس خطہ میں حرکت پذیر چارج بالکل نہیں ہوتے۔ اسی لیے اس خطہ کو چارج سے خالی شدہ یا ڈپلیشن خطہ ( Depletion Region ) کہتے ہیں جو شکل (b) 6 – 2 میں دکھایا گیا ہے۔ اس ڈپلیشن خطہ کے داہنی جانب یعنی N نیم چالک حصہ میں حرکت پذیر الیکٹران ہوتے ہیں جبکہ اس خطہ کے بائیں جانب P نیم چالک حصہ میں حرکت پذیر ہول ہوتے ہیں جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔

## PN جنکشن پر پیدا ہونے والا 'مضمر کٹہرا (POTENTIAL BARRIER)

جیسا ہم اوپر بیان کر چکے ہیں کہ PN جنکشن پر ایک ڈپلیشن خطہ پیدا ہو جاتا ہے جس میں مثبت اور منفی چارج ہونے کی وجہ سے ایک مضمر فرق (POTENTIAL DIFFERENCE) ہوتا ہے۔ اگر کسی چالک کے ایک جانب مثبت برق ہو اور دوسری جانب منفی برق ہو تو ان دونوں برق کے فرق کو اس کا مضمر فرق کہتے ہیں جو وولٹ (VOLT) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ PN جنکشن پر پیدا ہونے والا یہ مضمر فرق مضمر کٹہرا (POTENTIAL BARRIER) کہلاتا ہے کیونکہ جنکشن پر ڈپلیشن خطہ پیدا ہونے سے چارج کی ایک جانب سے دوسری جانب حرکت بہت کم ہو جاتی ہے اس طرح یہ ایک کٹہرا BARRIER کا کام کرتا ہے

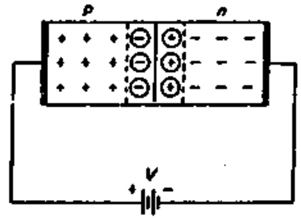
یہ بات یاد رکھنی چاہیے کہ ڈپلیشن خطہ کی چوڑائی اگر کم ہوگی تو اس کا مضمر کٹہرا بھی کم ہوگا اور اگر چوڑائی زیادہ ہوگی تو اس کا مضمر کٹہرا بھی زیادہ ہوگا۔ مختلف جنکشن ڈائی اوڈ کے مضمر کٹہرے مختلف ہوتے ہیں جو درجہ حرارت کے ساتھ کم و بیش ہوتے رہتے ہیں۔

مثلاً 25°C پر سلیکان ڈائی اوڈ کا مضمر کٹہرا 0.7 وولٹ ہے جبکہ جرمینیم ڈائی اوڈ کا 0.3 وولٹ ہوتا ہے۔

## جنکشن ڈائی اوڈ کا برقی رجحان ( BIASING )

مذکورہ بالا بیان سے یہ صاف ظاہر ہے کہ کسی جنکشن ڈائی اوڈ میں ڈپلیشن خطہ پیدا ہونے کی وجہ سے بذاتِ خود کوئی کرنٹ نہیں بہتا۔ جنکشن کے آرپار کرنٹ بہنے کے لیے یہ ضروری ہے کہ ڈپلیشن خطہ کی چوڑائی کو کم کیا جائے یا بہ الفاظِ دیگر اس کا مضمر کٹہرا کم کرنا ہوگا۔ ایسا کرنے کے لیے ہمیں ایک باہری برقی بیٹری کا استعمال کرنا ہوگا

جس کا مثبت وولٹ PN جنکشن ڈائی اوڈ کے P حصہ سے اور منفی وولٹ N حصہ سے




شکل 7 ـ 2

PN جنکشن میں آگے بڑھانے والا برقی رجحان یا فارورڈ بائیس

جوڑا جائے جیسا کہ شکل 7 ـ 2 میں دکھایا گیا ہے ۔ اس طرح بیٹری کو جوڑنے سے بیٹری کا منفی چارج N حصہ کے الیکٹران کو جنکشن کی جانب دھکیلے گا جبکہ بیٹری کا مثبت چارج P حصہ کے ہول کو جنکشن کی طرف دھکیلے گا۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ دونوں ایک ہی طرح کے چارج ہیں اس عمل سے ڈائی اوڈ کے ڈپلیشن خطہ میں جنکشن کے داہنی سمت کچھ الیکٹران داخل ہو کر اس کے مثبت چارج کو کمزور کر دیں گے ۔

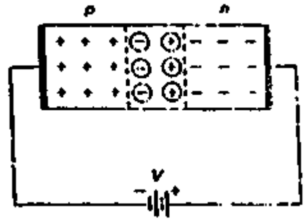
اسی طرح جنکشن کے بائیں سمت کچھ ہول داخل ہو کر اس کے منفی چارج کو کم کر دیں گے ۔ نتیجتاً ڈپلیشن خطہ کی چوڑائی کم ہو جائے گی ۔

اگر ہم بیٹری کی سپلائی جاری رکھیں تو ایک مقام ایسا آئے گا جب ڈپلیشن خطہ کی چوڑائی اس قدر کم ہو جائے گی کہ کچھ الیکٹران جنکشن کو پار کر کے N حصہ سے P حصہ میں داخل ہو جائیں گے اور وہاں پہنچ کر ہول سے مل جائیں گے ۔ یہ الیکٹران کی کمی بیٹری کا منفی چارج پورا کرتی رہے گی، اسی طرح P حصہ میں ہول کی کمی بیٹری کا مثبت چارج پورا کریگا یہ سلسلہ جاری رہے گا اور بیٹری سے الیکٹران کی حرکت پذیری جاری رہے گی ۔ اس صورت میں جنکشن ڈائی اوڈ سے کرینٹ بہتا رہے گا ۔ جیسے ہی بیٹری کو ڈائی اوڈ سے جدا کر دیا جائے گا ۔ کرینٹ بہنا بند ہو جائے گا

کسی جنکشن ڈائی اوڈ کو جب ہم کسی باہری بیٹری سے جوڑتے ہیں تو اسکے جوڑنے کا ایک خاص طریقہ ہوتا ہے ۔ (۲۱) جوڑنے کے طریقہ کو برقی رجحان (BIASING) کہتے ہیں ۔ اگر اس کو اس طرح جوڑا جاتا ہے جیسا شکل 7 ـ 2 میں دکھایا گیا ہے تو اس

سو جگہ بڑھانے والا برقی رجحان یا فارورڈ بائیس ( FORWARD BIAS ) کہتے ہیں کیونکہ اس طرح کے بائیس سے ڈائی اوڈ کا کرنٹ بڑھتا ہے۔

اگر PN جنکشن ڈائی اوڈ کو کسی باہری بیٹری سے اس طرح جوڑیں کہ بیٹری کا مثبت وولٹ '+' ڈائی اوڈ کے N حصہ سے اور منفی وولٹ '-' P حصہ سے جڑا ہو جیسا شکل 8-2 میں دکھایا گیا ہے تو اس طرح کے برقی رجحان کو برعکس برقی رجحان یا REVERSE BIAS کہتے ہیں۔



(a)

شکل 8-2

PN جنکشن میں برعکس برقی رجحان یا REVERSE بائیس

برعکس بائیس میں بیٹری کے جوڑنے کے طریقہ کو الٹ دیتے ہیں۔ اس صورت میں N حصہ کے الیکٹران بیٹری کے مثبت چارج کی طرف کھنچنے لگیں گے اور اس طرح الیکٹران جنکشن سے ہٹنے کی کوشش کریں گے۔ P حصہ کے ہول برعکس چارج ہونے کی وجہ سے بیٹری کے منفی چارج کی طرف کھنچ کر آئیں گے اور وہ بھی جنکشن سے دور ہٹنے کی کوشش کریں گے۔ پھر ہول سے ڈپلیشن خطہ کی چوڑائی بڑھے گی یا دوسرے الفاظ میں مضمر کھٹہ زیادہ ہو جائے گا جس کے بڑھنے سے ڈائی اوڈ میں کرنٹ تقریباً بہنا بند ہو جائے گا۔

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ڈائی اوڈ میں فارورڈ بائیس دینے سے کرنٹ بہتا ہے جتنا زیادہ فارورڈ بائیس ہوگا اتنا ہی زیادہ کرنٹ بہے گا۔ اس کے برخلاف ڈائی اوڈ میں برعکس بائیس دینے سے کرنٹ تقریباً بہنا بند ہو جائے گا۔

# باب 3

# جنکشن ٹرانسسٹر

## جنکشن ٹرانسسٹر ( JUNCTION TRANSISTOR )

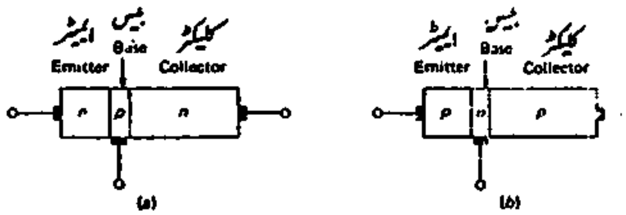
اگر ہم دو PN جنکشن کو آپس میں ملائیں تو اس سے جو نیم چالک کرسٹل بنتا ہے اس کو جنکشن ٹرانسسٹر کہتے ہیں۔

جنکشن ٹرانسسٹر کا نظریہ سب سے پہلے ولیم شاکلے نے 1949ء میں معلوم کیا تھا اور سب سے پہلا جنکشن ٹرانسسٹر 1951ء میں بن کر تیار ہوا۔

## NPN اور PNP ٹرانسسٹر (NPN AND PNP TRANSISTOR)

جنکشن ٹرانسسٹر دو طرح کے ہوتے ہیں۔ NPN یا PNP ٹرانسسٹر جو شکل 3-1 میں دکھائے گئے ہیں۔

جب P نیم چالک کے ایک پتلے ورق کو اس کے دونوں جانب سے N نیم چالک کے ورق سے دبایا جاتا ہے تو اس سے جو کرسٹل بنتا ہے اس کو جنکشن ٹرانسسٹر یا صرف NPN ٹرانسسٹر کہتے ہیں۔ جیسا شکل (a) 3-1 میں دکھایا جا چکا ہے بائیں جانب کے N نیم چالک حصہ کو "ایمیٹر" ( EMITTER ) کہتے ہیں۔ ٹرانسسٹر کے اس حصہ کے N نیم چالک میں پانچ ویلینس الیکٹران والے عنصر کی سبب سے زیادہ




شکل 3-1

(a) NPN ٹرانسسٹر (b) PNP ٹرانسسٹر

ملاوٹ ہوتی ہے۔ اس حصہ کا کام زیادہ سے زیادہ تعداد میں الیکٹران کو جنکشن کی دوسری جانب یعنی P نیم چالک کے حصہ میں پہنچانا ہے۔ اسی لیے اسے ایمیٹر یعنی اخراج کرنے والا حصہ کہتے ہیں۔

NPN ٹرانسسٹر کے بیچ کا حصہ جو P نیم چالک ہوتا ہے۔ بیس (BASE) کہلاتا ہے۔ اس حصہ میں ٹرانسسٹر کے دیگر حصوں کے مقابلہ میں سب سے کم ملاوٹ ہوتی ہے اور اس کا ورق سب سے پتلا ہوتا ہے۔ اس لیے اس میں سے جو الیکٹران ایمیٹر کی جانب سے آتے ہیں وہ بہ آسانی جنکشن کو پار کرکے اس کے داہنی جانب کے N نیم چالک میں داخل ہو جاتے ہیں۔ ایک طرح سے یہ حصہ دونوں N نیم چالک کے درمیان جوڑ کا کام کرتا ہے، اسی لیے اس کو جوڑ یا بیس کہتے ہیں۔

NPN ٹرانسسٹر کے سب سے داہنی جانب کے N نیم چالک کے حصہ کو محصل یا کلیکٹر (COLLECTOR) کہتے ہیں کیونکہ یہ حصہ بیس سے الیکٹران کو وصول یا جمع کرتا ہے۔ کلیکٹر کے N نیم چالک کی ملاوٹ ایمیٹر سے کم اور بیس سے زیادہ ہوتی ہے۔ کلیکٹر تینوں حصوں میں چوڑائی و لمبائی کے لحاظ سے سب سے بڑا ہوتا ہے جیسا شکل سے ظاہر ہے

NPN ٹرانسسٹر کی طرح PNP ٹرانسسٹر بھی ہوتا ہے جیسا شکل (b) 3-1 میں دکھایا گیا ہے۔ PNP ٹرانسسٹر NPN ٹرانسسٹر کا برعکس ہوتا ہے۔ اس میں ایمیٹر اور کلیکٹر P نیم چالک کے اور بیس N نیم چالک کا ہوتا ہے۔

ایک بات قابلِ غور ہے کہ خواہ کسی قسم کا ٹرانسسٹر ہو یعنی NPN یا PNP ہر

حالت میں ایمیٹر، بیس اور کلیکٹر کا تسلسل اور ملاوٹ کا تناسب وہی رہے گا۔ بناوٹ کے لحاظ سے بیس ہمیشہ ایمیٹر اور کلیکٹر کے درمیان ہوگی۔ NPN اور PNP ٹرانسسٹر میں بائیس دینے کے طریقے مختلف ہیں جو آئندہ بیان کیے جائیں گے۔

جیسا شکل 1-3 میں دکھایا گیا ہے ٹرانسسٹر میں دو جنکشن ہوتے ہیں۔ ایک جنکشن ایمیٹر اور بیس کے درمیان اور دوسرا بیس اور کلیکٹر کے درمیان ہوتا ہے۔ اس لیے ہم کہہ سکتے ہیں کہ ٹرانسسٹر دو جنکشن ڈائی اوڈ سے مل کر بنا ہے۔ بائیں جانب کے ڈائی اوڈ کو ایمیٹر۔ بیس یا صرف ایمیٹر ڈائی اوڈ کہتے ہیں۔ اسی طرح داہنے جانب کے ڈائی اوڈ کو کلیکٹر بیس یا صرف کلیکٹر ڈائی اوڈ کہتے ہیں۔

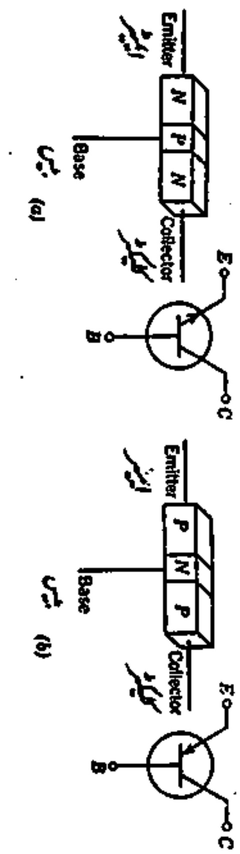
حسب بالا بیان سے صاف ظاہر ہے کہ ٹرانسسٹر اصل میں N نیم چالک اور P نیم چالک حصوں سے مل کر بنا ہے جس کے N نیم چالک حصہ میں الیکٹران کی تعداد اور P نیم چالک حصہ میں ہول کی تعداد زیادہ ہوتی ہے۔ کلیکٹر اور ایمیٹر ایک ہی قسم کے نیم چالک ہوتے ہیں۔ فرق ان کی ملاوٹ کے تناسب میں ہوتا ہے۔ لیکن بیس ہمیشہ کلیکٹر اور ایمیٹر کے نیم چالک کی قسم سے مختلف ہوتا ہے۔ جس کی وجہ سے ان میں علی الترتیب منفی اور مثبت دو متضاد چارج ہوتے ہیں۔ اسی لیے جنکشن ٹرانسسٹر کو دو متضاد چارج والا " قطبین ٹرانسسٹر (BIPOLAR TRANSISTOR) کہتے ہیں۔

## ٹرانسسٹر کی علامت (SYMBOL)

کسی ٹرانسسٹر کو عموماً اس کی علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے جیسا کہ شکل 2-3 میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 2-3 (a) میں NPN ٹرانسسٹر کی اور شکل (b) 2-3 میں PNP ٹرانسسٹر کی علامتیں دکھائی گئی ہیں۔ ایمیٹر 'E' کو ایک تیر کے نشان کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔ جیسا دونوں شکلوں سے صاف ظاہر ہے NPN اور PNP ٹرانسسٹروں کی علامتیں تقریباً ملتی جلتی ہیں۔ فرق صرف اتنا ہے کہ NPN ٹرانسسٹر کی علامت میں ایمیٹر کے تیر کا سر بیس B سے ایمیٹر E کی طرف ہے جبکہ PNP ٹرانسسٹر میں ایمیٹر سے بیس کی طرف تیر کے سر کا نشان ہے۔ کلیکٹر 'C' دونوں میں ایک ہی طرح ظاہر کیے جاتے ہیں۔

ان علامتوں کے فرق کو یاد رکھنے کا سادہ اصول یہ ہے کہ کرینٹ ہمیشہ مثبت سے منفی کی طرف جاتا ہے۔ NPN ٹرانسسٹر میں کرینٹ مثبت بیس سے منفی ایمیٹر کی طرف جائے گا۔ اس لیے تیر کا سر بیس سے ایمیٹر کی طرف ہوتا ہے۔ اسی طرح PNP ٹرانسسٹر میں کرینٹ مثبت ایمیٹر سے منفی بیس کی طرف جائے گا اس لیے تیر کا سرا ایمیٹر سے بیس کی طرف ہوتا ہے جیسا شکلوں میں علیحدہ علیحدہ دکھایا گیا ہے۔



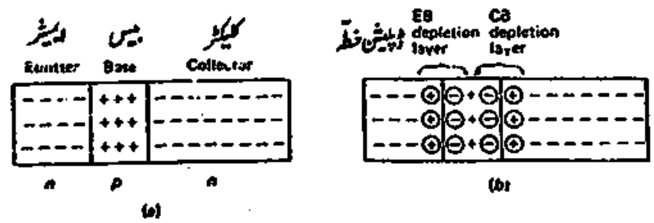

شکل 3-2
(a) NPN ٹرانسسٹر کی علامت
(b) PNP ٹرانسسٹر کی علامت

## ٹرانسسٹر کیسے کام کرسکتا ہے؟

برقی طاقت، کرینٹ یا وولٹ کو بڑھانے کے لیے یعنی ایمپلی فائر (AMPLIFIER) کا کام لینے کے لیے جس طرح ریڈیو کا والو استعمال کیا جاتا ہے اسی طرح ٹرانسسٹر بھی ایک ایمپلی فائر کی طرح کام کرسکتا ہے۔ لیکن اس کے کام کرنے کا اصول ریڈیو والو سے مختلف ہے۔

ٹرانسسٹر ایک ایمپلی فائر کا کس طرح کام کرتا ہے اس کو سمجھنے کے لیے پہلے ہم NPN ٹرانسسٹر کو لیتے ہیں۔

NPN ٹرانسسٹر کے ایمیٹر اور کلیکٹر میں جو N نیم چالک کے ہیں۔ الیکٹران کی تعداد اور بیس میں جو P نیم چالک کا ہے ہول کی تعداد زیادہ ہوگی جیسا شکل (a) 3-3 میں دکھایا گیا ہے۔ ہم اوپر بیان کرچکے ہیں کہ ٹرانسسٹر میں دو PN جنکشن ہوتے ہیں ایک ایمیٹر بیس اور دوسرا کلیکٹر بیس جنکشن۔ اس لیے دونوں جنکشن پر دو ڈپلیشن خطے علیحدہ علیحدہ بن جائیں گے جیسا شکل (b) 3-3 میں دکھایا گیا ہے۔ ان ڈپلیشن خطوں کے پیدا ہونے



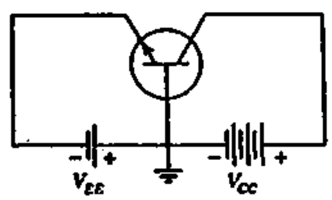

شکل 3-3

(a) NPN ٹرانسسٹر کے مختلف حصوں میں چارج کی تقسیم

(b) NPN ٹرانسسٹر میں ایمیٹر۔ بیس جنکشن اور کلیکٹر بیس جنکشن پر بننے والے ڈپلیشن خطے

کی وجہ سے جنکشن ڈائی اوڈ کی طرح ٹرانسسٹر میں بھی کوئی کرینٹ نہیں بہے گا۔

ٹرانسسٹر میں سے کرینٹ بہنے اور اس کو ایک ایمپلی فائر کی طرح کام کرانے کے لیے یہ ضروری ہے کہ اس میں برقی رجحان بائیس دیا جائے۔




شکل 3-4

NPN ٹرانسسٹر میں بائیس ( BIAS ) دینے کا طریقہ

کیونکہ ٹرانسسٹر دو ڈائی اوڈ سے مل کر بنا ہے اس لیے اس میں دو بائیس علیحدہ علیحدہ دینے پڑتے ہیں یہ بائیس دینے کے لیے دو بیٹریوں کا استعمال کرنا پڑتا ہے جن کو NPN ٹرانسسٹر سے اس طرح جوڑا جاتا ہے جیسا شکل 4-3 میں دکھایا گیا ہے

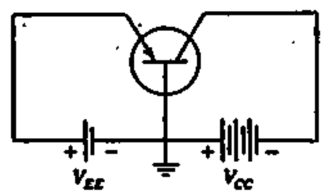
NPN ٹرانسسٹر کے ایمیٹر۔ بیس ڈائی اوڈ میں فارورڈ بائیس دیا گیا ہے یعنی اس کو باہری بیٹری سے اس طرح جوڑا گیا ہے کہ بیٹری کا منفی وولٹ ایمیٹر سے اور مثبت وولٹ بیس سے جوڑ دیا گیا ہے۔ کلیکٹر بیس ڈائی اوڈ کو برعکس بائیس دیا گیا ہے یعنی بیٹری کا مثبت وولٹ کلیکٹر سے اور منفی وولٹ بیس سے جوڑا گیا ہے۔

ٹرانسسٹر میں اسطرح بائیس دینے سے وہ ایک ایمپلی فائر کا کام کرتا ہے ۔ ایمیٹر بیس حصہ میں فارورڈ بائیس ہونے کی وجہ سے ایمیٹر اور بیس کے درمیان مزاحمت بہت کم ہوجاتی ہے جس کی وجہ سے ایمیٹر سے بیس کی طرف جنکشن پار کر کے کرینٹ بہ آسانی بہنے لگتا ہے ۔ اس طرح ایمیٹر سے بہت سے الیکٹران بیس میں داخل ہوجاتے ہیں ۔ کلیکٹر بیس میں کیونکہ برعکس بائیس دیا جاتا ہے اس لیے کلیکٹر اور بیس کے درمیان مزاحمت بہت زیادہ ہوجاتی ہے جس کی وجہ سے ایمیٹر سے بیس کی طرف جنکشن پار کر کے کرینٹ بہ آسانی بہنے لگتا ہے ۔ اس طرح ایمیٹر سے بہت سے الیکٹران بیس میں داخل ہوجاتے ہیں ۔ کلیکٹر بیس میں کیونکہ برعکس بائیس دیا جاتا ہے اس لیے کلیکٹر اور بیس کے درمیان مزاحمت بہت زیادہ ہوجاتی ہے جس کی وجہ سے الیکٹران کلیکٹر سے بیس کی طرف جنکشن پار کر کے نہیں جا پاتے ہیں بیس اگر کافی چوڑی ہوتی تو بیس میں ایمیٹر کی طرف سے آئے ہوئے الیکٹران جو جمع ہوگئے ہیں وہ بیس کرینٹ کی حیثیت سے ایمیٹر بیس سرکٹ میں بہنے لگتے ۔ لیکن بیس کی چوڑائی بہت پتلی ہونے کی وجہ سے کچھ الیکٹران بیس سا ایمیٹر سرکٹ میں بہتے ہیں لیکن زیادہ تر الیکٹران داہنی سمت کے جنکشن کو پار کر کے کلیکٹر میں داخل ہوجاتے ہیں ۔ کیونکہ کلیکٹر میں مثبت چارج دیا گیا ہے اس لیے بہت سے الیکٹران بیس سے کلیکٹر کی طرف کھینچ کر آجاتے ہیں جو کلیکٹر کرینٹ کی حیثیت سے کلیکٹر بیس سرکٹ میں بہنے لگتے ہیں ۔ اس سے صاف ظاہر ہے کہ ٹرانسسٹر میں اسس طرح بائیس دینے سے ایمیٹر سرکٹ میں بہت کم اور کلیکٹر سرکٹ میں بہت زیادہ کرینٹ بہتا ہے ۔ اس کا مطلب ہوا کہ ایمیٹر سرکٹ میں بہت کم کرینٹ دینے سے بھی کلیکٹر سرکٹ میں بہت زیادہ کرینٹ یا وولٹیج حاصل کی جاسکتی ہے ۔ اس طرح ایک ٹرانسسٹر برقی توسیع (AMPLIFICATION) کا کام انجام دیتا ہے ۔

ایمیٹر بیس سرکٹ میں ایمیٹر کی جانب سے بیس میں آتے ہوئے کُل 2 فی صدی الیکٹران بہتے ہیں جبکہ بقیہ یعنی 98 فی صدی الیکٹران کلیکٹر سرکٹ میں بہتے ہیں ۔ دوسرے الفاظ میں ہم کہہ سکتے ہیں کہ ایمیٹر سرکٹ میں صرف 2 فی صدی کرینٹ دینے سے کلیکٹر سرکٹ میں تقریباً 98 فی صدی کرینٹ لیا جاسکتا ہے ۔ اس طرح یہ صاف ظاہر ہے کہ ٹرانسسٹر ایک ایمپلی فائر کا کام کرتا ہے ۔

# PNP ٹرانسسٹر میں بائیس دینے کا طریقہ

NPN ٹرانسسٹر کی طرح PNP ٹرانسسٹر بھی ایک ایمپلی فائر کا کام کرتا ہے۔ اس کے کام کرنے کا اصول بھی NPN ٹرانسسٹر کی طرح ہے جیسا اوپر بیان کیا جا چکا ہے۔ فرق صرف یہ ہے کہ اس کے سرکٹ میں بائیس دینے کا طریقہ مختلف ہوتا ہے جیسا شکل 5-3 میں دکھایا گیا ہے۔




شکل 3-5
PNP ٹرانسسٹر میں بائیس دینے کا طریقہ

اس کے ایمٹر۔ بیس ڈائی اوڈ میں فارورڈ بائیس دینے کے لیے بیٹری کا مثبت وولٹ ایمٹر سے اور منفی وولٹ بیس سے جوڑا جاتا ہے۔ کلکٹر بیس ڈائی اوڈ میں برعکس بائیس دینے کے لیے بیٹری کا منفی وولٹ کلکٹر سے اور مثبت وولٹ بیس سے جوڑا جاتا ہے۔

PNP ٹرانسسٹر میں ایمٹر اور کلکٹر چونکہ P نیم چالک کے ہوتے ہیں۔ اس وجہ سے کرینٹ لے جانے والے اکثریت برق بردار بجائے الیکٹران کے ہول ہوتے ہیں۔ باقی عمل اسی طرح ہوتا ہے جس طرح ایک NPN ٹرانسسٹر میں۔

شکل 5-3 میں دکھائے گئے بائیس دینے کے طریقہ سے ایک PNP ٹرانسسٹر بھی ایمپلی فائر کا کام کرتا ہے۔

# باب 4

# ٹرانسسٹر ایمپلی فائر کے بنیادی سرکٹ

اس سے قبل ہم بیان کر چکے ہیں کہ ایک ٹرانسسٹر ایمپلی فائر کا کام کس طرح کرتا ہے۔ اس باب میں ہم اس کے کچھ بنیادی سرکٹ پر غور کریں گے۔

## ٹرانسسٹر ایمپلی فائر کے بنیادی سرکٹ

ٹرانسسٹر کو سرکٹ میں جوڑنے کے تین طریقے ہیں جو حسب ذیل ہیں۔ انھیں ٹرانسسٹر کے بنیادی سرکٹ کہتے ہیں۔

1۔ زمین بوس بیس یا مشترک بیس سرکٹ (GROUNDED BASE OR COMMON BASE CIRCUIT)

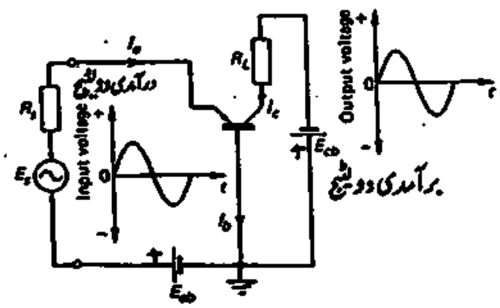
2۔ زمین بوس ایمیٹر یا مشترک ایمیٹر سرکٹ (GROUNDED EMITTER OR COMMON EMITTER CIRCUIT)

3۔ زمین بوس کلیکٹر یا مشترک کلیکٹر سرکٹ (GROUNDED COLLECTOR OR COMMON COLLECTOR CIRCUIT)

ان تینوں سرکٹ کی کیا خصوصیات ہیں اور ان میں آپس میں ایک دوسرے سے کیا کیا اختلافات ہیں ان پر غور کرنے کے لیے ہر سرکٹ کو علیحدہ علیحدہ سمجھنے کی ضرورت ہے۔

# زمیں بوس بیس یا مشترک بیس ایمپلی فائر سرکٹ

زمیں بوس بیس ایمپلی فائر جس کو مشترک بیس ایمپلی فائر سرکٹ بھی کہتے ہیں شکل ا—4 میں دکھایا گیا ہے۔




شکل ا—4

مشترک بیس ایمپلی فائر سرکٹ

اس سرکٹ میں ٹرانسسٹر کے بیس کو زمین سے جوڑ دیتے ہیں۔ زمین کا معضر صفر ہوتا ہے اس لیے بیس کا معضر بھی صفر ہوگا۔ جس سگنل کی برقی توسیع کرنا ہے اس کو در آمدی سگنل ( INPUT SIGNAL ) کہتے ہیں اور برقی توسیع ہونے کے بعد جو سگنل ٹرانسسٹر کے باہر نکلتا ہے اس کو برآمدی سگنل ( OUTPUT SIGNAL ) کہتے ہیں۔ در آمدی سگنل کو ٹرانسسٹر کے ایمیٹر اور بیس کے درمیان دیا جاتا ہے اور برآمدی سگنل کلیکٹر اور بیس کے درمیان سے حاصل کیا جاتا ہے۔ بیس دونوں میں مشترک ہے اسی لیے اس کو مشترک بیس سرکٹ بھی کہتے ہیں۔

شکل ا—4 میں ایک PNP ٹرانسسٹر استعمال کیا گیا ہے۔ اسی لیے ایمیٹر بیس سرکٹ میں بیٹری Eeb کو اس طرح جوڑا گیا ہے کہ وہ فارورڈ بائیس دے سکے۔ اسی طرح کلیکٹر بیس سرکٹ میں بیٹری Ecb کو برعکس بائیس کی صورت میں جوڑا گیا ہے کیونکہ جیسا پچھلے باب میں بیان کیا جا چکا ہے کہ ٹرانسسٹر کے ایک ایمپلی فائر کی طرح کام کرنے کے لیے اسی طرح کے بائیس کی ضرورت ہے۔

اس سرکٹ کے ایمیٹر بیس سے بنے ہوئے سرکٹ کو درآمدی سرکٹ اور کلیکٹر۔بیس سے بنے ہوئے سرکٹ کو برآمدی سرکٹ کہتے ہیں ۔مزاحمت $R_S$ جو درآمدی سرکٹ میں لگا ہے اور جس پر درآمدی وولٹ $E_S$ دیا جاتا ہے 'درآمدی مزاحمت' کہلاتا ہے ۔مزاحمت $R_L$ جو برآمدی سرکٹ میں لگا ہے اس کو 'برآمدی مزاحمت' کہتے ہیں۔ یہ بات قابلِ غور ہے کہ مشترک بیس ایمپلی فائر کے درآمدی سرکٹ کی مزاحمت بہت کم یعنی تقریباً 50 اوم ہوتی ہے جبکہ برآمدی سرکٹ کی مزاحمت بہت زیادہ یعنی 1 سے 2 میگ اوم تک ہو سکتی ہے۔ برآمدی مزاحمت $R_L$ تقریباً 10 کلو اوم ہوتی ہے۔

ایمیٹر بیس کے درمیان بہنے والے کرینٹ کو 'ایمیٹر کرینٹ' کہتے ہیں جس کو $I_e$ سے ظاہر کیا جاتا ہے ۔اسی طرح کلیکٹر بیس کے درمیان بہنے والے کرینٹ کو کلیکٹر کرینٹ کہتے ہیں جس کو $I_c$ سے ظاہر کیا جاتا ہے ۔اس طرح اس سرکٹ میں $I_e$ درآمدی کرینٹ اور $I_c$ برآمدی کرینٹ ہوگا۔ دوسرے الفاظ میں ہم کہہ سکتے ہیں کہ درآمدی سرکٹ میں $I_e$ کرینٹ دینے سے برآمدی سرکٹ میں $I_c$ کرینٹ ملتا ہے ۔ $I_c$ اور $I_e$ کے تناسب کو کرینٹ بڑھوتری یا 'کرینٹ گین' ( CURRENT GAIN ) کہتے ہیں۔اس کرینٹ گین کو یونانی حرف ایلفا ( $\alpha$ ) سے ظاہر کیا جاتا ہے ۔

اس طرح $\frac{I_c}{I_e} = \alpha$

جیسا ہم پچھلے باب میں بیان کر چکے ہیں کہ کلیکٹر بیس سرکٹ میں الیکٹران کی تعداد ایمیٹر بیس سرکٹ کے الیکٹران کی تعداد سے تقریباً 2 فی صدی کم ہوتی ہے۔ اس حساب سے کلیکٹر کرینٹ $I_c$ ایمیٹر کرینٹ $I_e$ سے کم ہوگا یعنی اگر $I_e$ 100 حصہ ہے تو $I_c$ 98 حصہ ہوگا۔

$$\text{اس لیے } \alpha = \frac{I_c}{I_e} = \frac{98}{100} = 0.98$$

دوسرے الفاظ میں ہم کہہ سکتے ہیں کہ مشترک بیس سرکٹ میں کرینٹ گین '$\alpha$' 1 سے کچھ کم ہوتا ہے ۔ بظاہر تو ایسا معلوم ہوتا ہے کہ اس طرح کے سرکٹ میں برآمدی کرینٹ میں بجائے توسیع کے کچھ کمی ہو جاتی ہے ۔ تو کیا اس سرکٹ میں ٹرانسسٹر ایمپلی فائر کا کام نہیں کر رہا ہے ؟ اگر ہم اس پر تفصیل سے غور کریں تو ہم کو یہ پتہ چلتا ہے کہ کرینٹ میں قدرے کمی ہونے کے باوجود برآمدی وولٹیج ( OUTPUT VOLTAGE ) درآمدی وولٹیج

(INPUT VOLTAGE) سے کافی بڑھ جاتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ درآمدی مزاحمت $R_s$ بہت کم ہے جبکہ برآمدی مزاحمت $R_L$ بہت زیادہ ہے۔

اوم کے قانون سے ہم جانتے ہیں کہ

دولٹ E = مزاحمت R × کرینٹ I

یعنی $E = I \times R$

اگر $E_L$ برآمدی وولٹیج اور $E_s$ درآمدی وولٹیج ہے تو ان دونوں کے تناسب کو وولٹ بڑھوتری یا وولٹیج گین (VOLTAGE GAIN) کہتے ہیں۔ اوم کے قانون کے ذریعہ

$$\text{وولٹیج گین} = \frac{E_L}{E_s} = \frac{I_c \times R_L}{I_e \times R_s} = \left(\frac{I_c}{I_e}\right) \times \left(\frac{R_L}{R_s}\right)$$

لیکن $\frac{I_c}{I_e} = \alpha = 0.98$

اور $R_L = 10$ کلواوم $= 10,000$ اوم

$R_s = 50$ اوم

اس لیے وولٹیج گین $= 0.98 \times \frac{10000}{50} = 196$

اس سے صاف ظاہر ہے کہ مشترک بیس ٹرانسسٹر ایمپلی فائر کا وولٹیج گین بہت زیادہ ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر اس طرح کے ایمپلی فائر میں اگر درآمدی سرکٹ میں 1 وولٹ سگنل دیا جائے تو اس کے برآمدی سرکٹ میں 196 وولٹ حاصل کیے جا سکتے ہیں۔

مشترک بیس سرکٹ کی ایک خاص خصوصیت یہ بھی ہے کہ اگر درآمدی سگنل مثبت ہوگا تو برآمدی سگنل بھی مثبت وولٹ ہوگا اور اگر درآمدی سگنل منفی ہوگا تو اس کا برآمدی سگنل بھی منفی ہوگا جیسا شکل 1-4 میں دکھایا گیا ہے۔ اس طرح اس سرکٹ میں قطبیت (POLARITY) نہیں بدلتی ہے۔

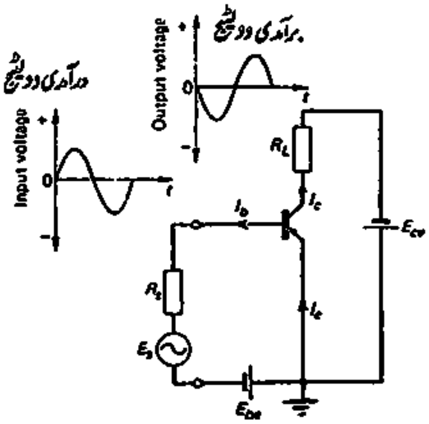
جس طرح ایک مشترک بیس ایمپلی فائر میں وولٹیج گین بڑھ جاتا ہے اسی طرح اس کا طاقت گین (POWER GAIN) بھی اسی حساب سے بڑھ جاتا ہے۔ اس سرکٹ کا طاقت گین تقریباً 192 ہوتا ہے۔

## زمین بوس ایمیٹر یا مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر سرکٹ

اگر ہم کسی ٹرانسسٹر کے ایمیٹر کو زمین سے جوڑ دیں اور بیس اور ایمیٹر کے درمیان

درآمدی سگنل دیں اور کلیکٹر اور ایمیٹر کے درمیان سے برآمدی سگنل حاصل کریں تو اس طرح کے سرکٹ کو زمیں بوس ایمیٹر ایمپلی فائر یا ایمیٹر ایمپلی فائر سرکٹ کہتے ہیں۔

جیسا شکل 2۔4 میں دکھایا گیا ہے اس میں ایک PNP ٹرانسسٹر استعمال کیا گیا




شکل 2—4

مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر سرکٹ

ہے۔ ایمیٹر اور بیس کو جس میں درآمدی وولٹیج Es دی گئی ہے ایک بیٹری Ebe اور مزاحمت Rs کے ذریعہ اس طرح جوڑا گیا ہے کہ وہ فارورڈ بائیس دے سکے۔ اس طرح یہ سرکٹ ایک ایمپلی فائر کا کام کرے گا۔ کلیکٹر اور ایمیٹر جس کے درمیان سے برآمدی وولٹیج حاصل کی گئی ہے بیٹری Ece اور مزاحمت RL کے ذریعہ اس طرح جوڑا گیا ہے کہ وہ برعکس بائیس دے سکے۔ اس طرح یہ سرکٹ ایک ایمپلی فائر کا کام کرے گا۔

اس سرکٹ میں چونکہ سگنل بیس میں دیا گیا ہے اور کلیکٹر سے برآمدی سگنل حاصل کیا جاتا ہے اس لیے بیس کرینٹ Ib کے تبدیل ہونے سے کلیکٹر کرینٹ Ic بھی تبدیل ہوگا۔ ان دونوں کرینٹ کے تناسب کو کرینٹ گین کہتے ہیں جس کو یونانی حرف بیٹا 'β' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\text{اس طرح کرینٹ گین} = \beta = \frac{I_c}{I_b}$$

یہ بات قابلِ غور ہے کہ مشترک بیس ایمپلی فائر میں جیسا پہلے بیان کیا جا چکا ہے کرینٹ گین کلیکٹر کرینٹ $I_c$ اور ایمیٹر کرینٹ $I_e$ کا تناسب ہوتا ہے جس کو '$\alpha$' سے ظاہر کیا جاتا ہے جبکہ مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر میں کرینٹ گین کلیکٹر کرینٹ $I_c$ اور بیس کرینٹ $I_b$ کا تناسب ہوتا ہے جو '$\beta$' سے ظاہر کیا جاتا ہے ۔

فرض کرو کہ کسی ٹرانسسٹر کا ایمیٹر کرینٹ 5 ملی ایمپیر، بیس کرینٹ 0.1 ملی ایمپیر اور کلیکٹر کرینٹ 4.9 ملی ایمپیر ہے تو مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر کا کرینٹ گین حسب ذیل ہوگا۔

کرینٹ گین $$\beta = \frac{I_c}{I_b} = \frac{4.9}{0.1} = 49$$

اس سے صاف ظاہر ہے کہ مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر کا کرینٹ گین مشترک بیس ایمپلی فائر سے کہیں زیادہ ہوتا ہے ۔

مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر کی درآمدی مزاحمت بھی بمقابلہ مشترک بیس ایمپلی فائر بہت زیادہ ہوتی ہے جو تقریباً 700 اور 2000 اوم کے درمیان ہوتی ہے۔ برآمدی سرکٹ کی مزاحمت مقابلتاً کچھ کم ہوتی ہے یعنی تقریباً 500 کلو اوم ۔ لیکن اس میں بھی برآمدی مزاحمت $R_L$ ہم تقریباً 10 کلو اوم لے سکتے ہیں۔

کرینٹ گین زیادہ ہونے کے ساتھ مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر کا وولٹیج گین بھی زیادہ ہوتا ہے جیسا حسب ذیل عمل سے ظاہر ہے۔

وولٹیج گین $$= \frac{E_L}{E_s} = \frac{I_c \times R_L}{I_b \times R_s} = \left(\frac{I_c}{I_b}\right) \times \left(\frac{R_L}{R_s}\right)$$

$$= \beta \times \frac{R_L}{R_s} = 49 \times \frac{10,000}{2000} = 49 \times 5 = 245$$

اس سے صاف ظاہر ہے کہ مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر کا وولٹیج گین بھی بمقابلہ مشترک بیس ایمپلی فائر کے کچھ زیادہ ہوتا ہے ۔

حسب ذیل عمل سے مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر کا طاقت گین بھی نکالا جا سکتا ہے۔

طاقت گین $$= \frac{I_c^2 \times R_L}{I_b^2 \times R_s} = \left(\frac{I_c}{I_b}\right)^2 \times \frac{R_L}{R_s}$$

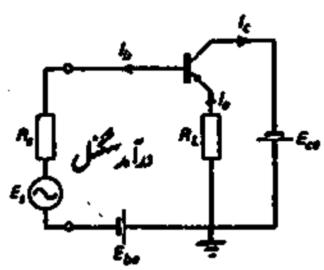
$$12005 = (49)^2 \times \frac{10000}{2000} = \beta^2 \times \frac{R_L}{R_s} =$$

اگر ہم مشترک بیس ایمپلی فائر کے طاقت گین سے مقابلہ کریں تو یہ پتہ چلتا ہے کہ مشترک ایمٹر ایمپلی فائر کا طاقت گین مقابلتاً بہت زیادہ ہوتا ہے۔

جیساکہ ہم اوپر دیکھ چکے ہیں کہ مشترک ایمٹر ایمپلی فائر سرکٹ کا کرینٹ گین اور طاقت گین دونوں ہی بہت زیادہ ہوتے ہیں اس لیے یہ ٹرانسسٹر ایمپلی فائر بمقابلہ دیگر ٹرانسسٹر ایمپلی فائر سرکٹ کے بہت زیادہ کارآمد ہے اور اسی لیے اس کا استعمال بہت زیادہ ہے۔

اس سلسلہ میں ایک بات اور قابلِ ذکر ہے۔ مشترک ایمٹر ایمپلی فائر میں اگر درآمدی سگنل مثبت ہے تو برآمدی سگنل منفی ہوتا ہے اور اگر درآمدی سگنل منفی ہے تو برآمدی سگنل مثبت ہوتا ہے جیسا شکل 2-4 میں دکھایا گیا ہے۔ دوسرے الفاظ میں ہم کہہ سکتے ہیں کہ درآمدی اور برآمدی سگنل کے قطبوں میں 180° کا فرق ہوتا ہے جبکہ مشترک بیس ایمپلی فائر سرکٹ میں درآمدی اور برآمدی سگنل کے قطبین میں کوئی فرق نہیں ہوتا ہے۔

## زمین بوس کلیکٹر یا مشترک کلیکٹر ایمپلی فائر سرکٹ




شکل 3-4
مشترک کلیکٹر ایمپلی فائر سرکٹ

تیسری قسم کے ٹرانسسٹر ایمپلی فائر سرکٹ کو زمین بوس کلیکٹر ایمپلی فائر یا مشترک

کلیکٹر ایمپلی فائر سرکٹ کہتے ہیں ۔ جیسا شکل 3-4 میں دکھایا گیا ہے اس سرکٹ میں کلیکٹر کو زمین سے بیٹری $E_{cc}$ کے ذریعہ جوڑا گیا ہے ۔ بیس اور کلیکٹر کے درمیان درآمدی سگنل $E_s$ دیا گیا ہے جبکہ ایمیٹر سرکٹ میں برآمدی مزاحمت $R_L$ کے ذریعہ برآمدی سگنل لیا جاتا ہے مزاحمت $R_L$ ایمیٹر اور کلیکٹر کے درمیان لگایا جاتا ہے ۔ اس طرح کلیکٹر بیس اور ایمیٹر دونوں میں مشترک ہے ۔ اسی لیے اسے مشترک کلیکٹر ایمپلی فائر کہتے ہیں ۔ مشترک کلیکٹر سرکٹ میں درآمدی کرینٹ بیس کرینٹ $I_b$ اور برآمدی کرینٹ ایمیٹر کرینٹ $I_e$ ہوتا ہے ۔ اس لیے کرینٹ گین جس کو یونانی حرف '$\gamma$' سے ظاہر کرتے ہیں اس طرح ہوگا

$\gamma$ = کرینٹ گین = $\frac{I_e}{I_b}$

کیونکہ ایمیٹر کرینٹ $I_e$ = کلیکٹر کرینٹ $I_c$ + بیس کرینٹ $I_b$

اس لیے کرینٹ گین $\gamma$ = $\frac{I_c + I_b}{I_b}$

$$= \frac{I_c}{I_b} + 1$$

$$= \beta + 1 \quad (\text{کیونکہ } \beta = \frac{I_c}{I_b})$$

اس سے صاف ظاہر ہے کہ مشترک کلیکٹر ایمپلی فائر کا کرینٹ گین $\gamma$ مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر کے کرینٹ گین $\beta$ سے کچھ ہی زیادہ ہوتا ہے ۔ اس سرکٹ کا وولٹیج گین ایک سے کچھ کم ہوتا ہے ۔ اس سرکٹ کا طاقت گین بھی سب سے کم ہوتا ہے ۔

اس کے درآمدی اور برآمدی سگنل کی قطبیت میں کوئی فرق نہیں ہوتا ۔ اس سرکٹ کا وولٹیج گین اور طاقت گین بہت کم ہونے کی وجہ سے اس کا استعمال بہ مقابلہ پہلے دونوں ایمپلی فائر سرکٹ کے بہت کم ہوتا ہے ۔ اس سرکٹ کی ایک خصوصیت یہ ہے کہ اس کی درآمدی مزاحمت بہت زیادہ اور برآمدی مزاحمت بہت کم ہوتی ہے ۔

## ٹرانسسٹر ایمپلی فائر کے بنیادی سرکٹوں کی خصوصیات میں تقابل

حسب بالا بیان کیے ہوئے تینوں طرح کے ٹرانسسٹر ایمپلی فائر سرکٹوں کی خصوصیات کا تقابل مختصر طور پر حسب ذیل نقشہ سے ظاہر کیا جا سکتا ہے ۔

# نقشہ

| خصوصیت | مشترک بیس ایمپلیفائیر | مشترک ایمیٹر ایمپلیفائیر | مشترک کلیکٹر ایمپلیفائیر |
|---|---|---|---|
| 1۔ کرینٹ گین | کم تقریباً 1 (مثلاً = 0.98) | زیادہ (مثلاً $\beta = 49$) | زیادہ (مثلاً $\gamma = 50$) |
| 2۔ وولٹیج گین | زیادہ (مثلاً 196) | زیادہ (مثلاً 245) | کم تقریباً 1 |
| 3۔ طاقت گین | زیادہ (مثلاً 192) | بہت زیادہ (مثلاً 12,000) | بہت کم |
| 4۔ درآمدی مزاحمت | سب سے کم تقریباً 50 اوم | کم تقریباً 700 اوم سے 2 کلو اوم | سب سے زیادہ تقریباً 1 میگ اوم |
| 5۔ برآمدی مزاحمت | سب سے زیادہ تقریباً 1 سے 2 میگ اوم | زیادہ تقریباً 500 کلو اوم | سب سے کم تقریباً 100 اوم |
| 6۔ درآمدی اور برآمدی سگنل کی قطبیت کا فرق | کچھ نہیں | بالکل برعکس یعنی $180^\circ$ | کچھ نہیں |

اوپر کے نقشہ سے صاف ظاہر ہے کہ ان تینوں اقسام کے ٹرانسسٹر ایمپلی فائر میں سب سے کارآمد مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر سرکٹ ہے کیونکہ اس کا وولٹیج گین اور طاقت گین دونوں ہی سب سے زیادہ ہوتے ہیں۔ اسی لیے اس طرح کے ایمپلی فائر کا عملاً استعمال زیادہ ہوتا ہے۔

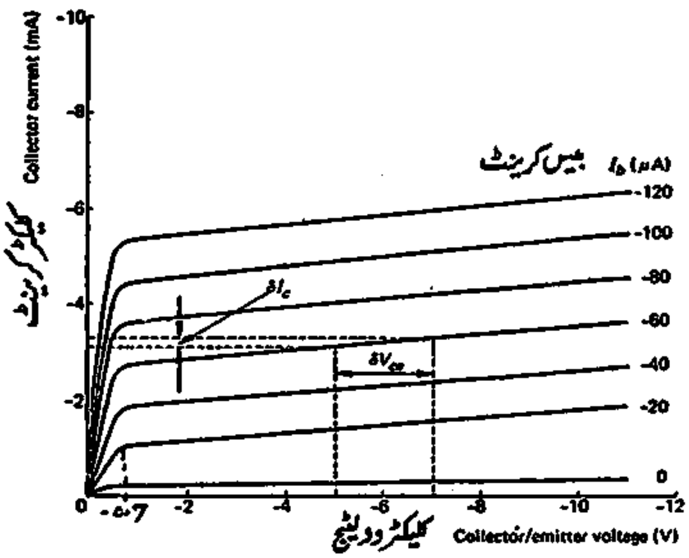
جیسا کہ ہم پہلے بتا چکے ہیں کہ مشترک کلیکٹر ایمپلی فائر سرکٹ کا استعمال کم کیا جاتا ہے کیونکہ اس کا وولٹیج گین اور طاقت گین دونوں ہی کم ہیں۔ اس سرکٹ کی درآمدی مزاحمت بہت زیادہ اور برآمدی مزاحمت بہت کم ہوتی ہے اس لیے اس کا استعمال اکثر دوسرکٹوں کے آپس کی مزاحمتوں کو یکساں کرنے کے لیے ہوتا ہے۔

## ٹرانسسٹر کے مخصوص خطوط

کسی ٹرانسسٹر کے کرینٹ اور وولٹ کے باہمی تعلق کو اس کے خطوط یا گراف کے ذریعہ دکھایا جا سکتا ہے۔ ان خطوط کو اس ٹرانسسٹر کے مخصوص خطوط (CHARACTERISTIC CURVES) کہتے ہیں۔ ہر ٹرانسسٹر کے مخصوص خطوط مختلف ہوتے ہیں اس لیے ان خطوط کا مطالعہ کرنے سے کسی ٹرانسسٹر کی خصوصیات معلوم کی جا سکتی ہیں۔

کسی ٹرانسسٹر کا مخصوص خط معلوم کرنے کے لیے ہم مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر سرکٹ جیسا شکل 2۔4 میں دکھایا گیا ہے استعمال کر سکتے ہیں۔ فرق صرف اس قدر ہے کہ اس میں جو بیٹریاں استعمال کی گئی ہیں ان کی وولٹیج کو ہم تبدیل کر سکتے ہیں۔ اس سرکٹ میں بیس اور ایمیٹر کے درمیان بیٹری $E_B$ کے وولٹیج کو تبدیل کرنے سے بیس کرینٹ $I_B$ کو بدلا جا سکتا ہے۔ اسی طرح کلیکٹر اور ایمیٹر کے درمیان بیٹری کی وولٹیج کو بدلنے سے کلیکٹر کرینٹ $I_C$ کو بدلا جا سکتا ہے۔ اگر ہم بیس کرینٹ $I_B$ کو کسی ایک مقدار پر مستقل رکھیں اور کلیکٹر ایمیٹر وولٹیج $V_{CE}$ کو بدلتے جائیں تو کلیکٹر کرینٹ $I_C$ بھی بدلتا جائے گا۔ ان بدلتے ہوئے کلیکٹر وولٹیج اور کلیکٹر کرینٹ کے تعلق کو ظاہر کرنے والا اگر ہم ایک گراف بنائیں تو یہ گراف اس ٹرانسسٹر کا مخصوص خط کہلائے گا۔

مختلف بیس کرینٹ پر اس طرح کے مخصوص خطوط شکل 4۔4 میں دکھائے گئے




شکل 4-4

مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر کے مختلف بیس کرینٹ پر مخصوص خطوط ہیں۔ ذیل میں ہم کسی ایک مخصوص خط کھینچنے کا طریقہ بیان کرتے ہیں۔

مثال کے طور پر اگر ہم بیس اور ایمیٹر کے درمیان کی وولٹیج کو اس طرح متعین کریں کہ بیس کرینٹ $I_b$ 20 مائیکر وایمپیر (μA) ہوجائے

اب اس $I_b$ کو مستقل رکھتے ہوئے کلیکٹر وولٹیج Vce کو صفر سے تقریباً 12 وولٹ تک تبدیل کریں تو اس کلیکٹر وولٹیج کے بدلنے سے جو کلیکٹر کرینٹ Ic ہوتا جائے گا اس کو ایک ایمیٹر کے ذریعہ معلوم کرتے جائیں۔ ایک گراف کاغذ پر اگر Vce کو افقی خط (X- AXIS) سے اور Ic کو عمودی خط (Y- AXIS) سے ظاہر کیا جائے تو جو گراف یا خط بنے گا وہی اس کا مخصوص خط ہوگا جیسا شکل میں دکھایا گیا ہے۔

اس مخصوص خط پر غور کرنے سے پتہ چلتا ہے کہ Vce کو جب صفر سے تقریباً 0.7 وولٹ تک بڑھاتے ہیں تو Ic تیزی سے بڑھتا ہے لیکن 0.7 وولٹ کے بعد Vce کو اور زیادہ بڑھانے سے Ic کے بڑھنے کی رفتار بہت ہلکی ہوجاتی ہے۔ Vce کے تقریباً 1 وولٹ پہنچنے تک Ic کا بڑھنا بہت کم ہوجاتا ہے اور اس طرح یہ مخصوص خط افقی خط کے تقریباً

متوازی ہوجاتا ہے۔ یہ ٹرانسسٹر کے مخصوص خط کی خصوصیت ہے۔

اگر ہم بیس کرینٹ $I_b$ 20 مائیکرو ایمپیر کے فرق سے بڑھاتے جائیں اور ہر ایک $I_b$ پر اسی طرح کے مخصوص خطوط کھینچتے جائیں تو یہ تمام خطوط تقریباً پہلے خط کی طرح ہوں گے جیسا کہ شکل 4-4 میں دکھایا گیا ہے۔ فرق صرف اتنا ہے کہ شروع میں اس کے کلیکٹر کرینٹ $I_c$ کے بڑھنے کی رفتار نسبتاً زیادہ ہے۔ Vce کے 0.7 وولٹ تک پہنچنے پر پہلے خط کے مقابلہ میں اس کے کلیکٹر کرینٹ $I_c$ میں زیادہ تبدیلی ہوتی ہے۔ اس کے بعد یہ بھی افقی خط کے تقریباً متوازی ہوجاتا ہے۔ مثلاً شکل میں اگر ہم بیس کرینٹ 60 – مائیکرو ایمپیر کے خط پر غور کریں تو Vce کے 5 – وولٹ سے 7 – وولٹ یعنی 2 وولٹ کی تبدیلی پر (جس کو Vce کی سے ظاہر کیا گیا ہے) تقریباً نہیں کے برابر $I_c$ میں تبدیلی ہوتی ہے (جس کو $I_c$ کی سے ظاہر کیا گیا ہے)

## ٹرانسسٹر سرکٹ کے 'α' اور 'β' میں آپسی تعلق

جیسا ہم اوپر بیان کرچکے ہیں کہ ایلفا 'α' اور بیٹا 'β' دونوں ہی ٹرانسسٹر سرکٹ کے کرینٹ گین کو ظاہر کرتے ہیں۔ اگر ٹرانسسٹر کو مشترک بیس سرکٹ میں استعمال کیا جاتا ہے تو اس کے کلیکٹر کرینٹ اور ایمیٹر کرینٹ کے تناسب کو 'α' سے ظاہر کیا جاتا ہے

$$\text{یعنی}\quad \frac{I_c}{I_e} = \alpha \quad \text{یا} \quad I_c = \alpha I_e$$

اسی طرح اگر ٹرانسسٹر کو مشترک ایمیٹر سرکٹ میں استعمال کیا جاتا ہے تو اس صورت میں اس کے کلیکٹر کرینٹ اور بیس کرینٹ کے تناسب کو 'β' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\text{یعنی}\quad \frac{I_c}{I_b} = \beta$$

$$\text{لیکن}\quad I_b + I_c = I_e$$

$$\text{یا}\quad I_e - I_c = I_b$$

$$I_e - \alpha I_e = \qquad \text{کیونکہ}\ (\alpha I_e = I_c)$$

$$I_e(1-\alpha) =$$

اس لیے $\beta = \frac{I_c}{I_b} = \frac{\alpha I_e}{I_e(1-\alpha)}$

یعنی $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$ ............... (1)

اس مساوات میں ترتیب کو تھوڑا سا بدل کر ہم $\alpha$ کو $\beta$ کی صورت میں بھی ظاہر کر سکتے ہیں جو حسب ذیل ہے۔

$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$ ............... (2)

اس طرح ہم دیکھ سکتے ہیں کہ $\alpha$ اور $\beta$ ایک دوسرے سے مساوات (1) یا (2) کے ذریعہ ظاہر کیے جا سکتے ہیں۔ کسی ٹرانسسٹر کی خصوصیات معلوم کرنے کے لیے اس کا $\alpha$ اور $\beta$ معلوم کرنا ضروری ہے جو ہر ٹرانسسٹر کا علیحدہ علیحدہ ہوتا ہے۔ اس کے معلوم ہونے سے وولٹیج گین اور طاقت گین بھی معلوم کیے جا سکتے ہیں۔ جیسا ہم اوپر بیان کر چکے ہیں کہ عموماً ٹرانسسٹر کا استعمال مشترک ایمٹر ایمپلی فائر سرکٹ میں ہوتا ہے اس لیے اس کا $\beta$ معلوم کرنے کے لیے ایک خاص آلہ استعمال میں لایا جاتا ہے جس کو $\beta$ ناپنے والا آلہ ($\beta$—TESTER) کہتے ہیں۔

## باب 5

# آواز بڑھانے والے ٹرانسسٹر ایمپلی فائر

جب ہم کسی مائیکروفون (MICROPHONE) کے سامنے بولتے ہیں تو آواز کی لہریں برقی طاقت میں تبدیل ہوجاتی ہیں اور مائیکروفون کے تار میں برقی کرنٹ بہنے لگتا ہے لیکن یہ کرنٹ اتنا کم ہوتا ہے کہ اس کے ذریعہ براہ راست لاؤڈ اسپیکر نہیں چلایا جاسکتا آواز کے ذریعہ پیدا ہونے والے اس قلیل کرنٹ کو بڑھانے کے لیے جو ٹرانسسٹر ایمپلی فائر استعمال کیا جاتا ہے اس کو 'آواز بڑھانے والا ایمپلی فائر یا' آڈیو ایمپلی فائر (AUDIO AMPLIFIER) کہتے ہیں۔ ذیل میں ہم ایک آڈیو ایمپلی فائر سرکٹ پر غور کریں گے کسی ٹرانسسٹر آڈیو ایمپلی فائر کے سرکٹ کو سمجھنے کے لیے ہم کو ٹرانسسٹر ایمپلی فائر میں بائیس (BIAS) دینے کے طریقہ کو سمجھنا ہوگا۔

## ٹرانسسٹر ایمپلی فائر میں بائیس دینے کا طریقہ

کسی ٹرانسسٹر میں بیس کرنٹ بہنے پر کلیکٹر کرنٹ بہنے لگتا ہے لیکن تجربہ یہ بتاتا ہے کہ اگر بیس کرنٹ صفر کردیا جائے تب بھی تھوڑا بہت کلیکٹر کرنٹ بہتا رہتا ہے۔ اس کرنٹ بہنے کی وجہ حسب ذیل ہے۔

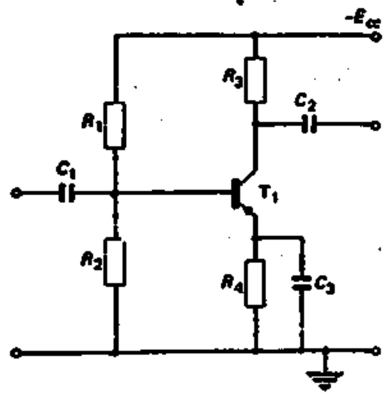
ہم جانتے ہیں کہ ٹرانسسٹر پر درجہ حرارت کا اثر بہت پڑتا ہے۔ درجہ حرارت کے بڑھنے گھٹنے سے ٹرانسسٹر کے کلیکٹر۔ بیس جنکشن پر اقلیت برقی بردارون (MINORITY CHARGE- CARRIERS) کی آمدورفت بڑھتی گھٹتی

بہتی ہے۔ برعکس بائیس شدہ کلیکٹر سرکٹ میں ان اقلیت برق برداروں کی آمدورفت سے جو کرینٹ پیدا ہوتا ہے اس کو "کلیکٹر میں رسنے والا کرینٹ یا کلیکٹر لیکج کرینٹ" (COLLECTOR LEAKAGE CURRENT) کہتے ہیں۔ اس کرینٹ کے بہنے کا دارومدار درجہ حرارت پر ہوتا ہے۔

اس طرح ہم کہہ سکتے ہیں کہ اصل میں کلیکٹر کرنٹ توسیع شدہ درآمدی کرینٹ اور لیکج کرینٹ کا مجموعہ ہوتا ہے۔ ایک مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر میں کلیکٹر کرینٹ اس طرح ہوگا۔

$$I_{CEO} + \beta I_b = I_c$$

جبکہ $I_c$ کلیکٹر کرینٹ، $I_b$ بیس کرینٹ اور $I_{CEO}$ لیکج کرینٹ ہے۔ $\beta$ جیسا ہم جانتے ہیں مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر کا کرینٹ گین ہے۔ اس سے صاف ظاہر ہے کہ بیس کرینٹ سے پیدا شدہ جو کلیکٹر کرینٹ بہتا ہے اس کے ساتھ ساتھ لیکیج کرنٹ بھی بہتا ہے۔ اسی لیے بیس کرنٹ صفر ہونے کے باوجود بھی یہ کرنٹ بہتا رہتا ہے۔




شکل 1-5
مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر میں مضمر وولٹیج کو تقسیم کرنے کے طریقہ پر بائیس

کسی ٹرانسسٹر ایمپلی فائر میں بائیس دینے کا سب سے بہتر طریقہ مضمر وولٹیج کو تقسیم کرنے (POTENTIAL DIVIDER) کا طریقہ ہے جو شکل 1-5 میں دکھایا گیا ہے۔ اس سرکٹ میں مضمر وولٹیج کو تقسیم کرنے والی دو مزاحمتیں $R_1$ اور $R_2$ کلیکٹر وولٹیج سپلائی اور ایمیٹر کے درمیان لگائی گئی ہیں۔ $R_3$ کلیکٹر کی وہ مزاحمت ہے

جس پر برآمدی وولٹیج حاصل کی جاتی ہے۔ $R_4$ ایمیٹر اور زمین کے درمیان مزاحمت لگائی گئی ہے جس کو ایمیٹر مزاحمت کہتے ہیں۔

$R_1$ اور $R_2$ مزاحمتوں کے ذریعہ ٹرانسسٹر کے بیس پر منفی وولٹیج $V_B$ قائم رکھی جاتی ہے۔ اسی طرح مزاحمت $R_4$ پر جو وولٹیج ہوتی ہے اس کے ذریعہ ایمیٹر پر منفی وولٹیج قائم رکھی جاتی ہے۔

$R_1$ اور $R_4$ کی مزاحمتیں اس مقدار پر ہوتی ہیں کہ بیس پر کی وولٹیج ایمیٹر پر کی وولٹیج سے کچھ زیادہ ہوتی ہے۔ $V_B$ اور $V_E$ کا فرق ایمیٹر اور بیس کے درمیان بائیس وولٹیج ہوتی ہے جس کے ذریعے بیس پر بائیس کرینٹ بہتا ہے۔ اس طرح ٹرانسسٹر کو بائیس دیا جاتا ہے۔

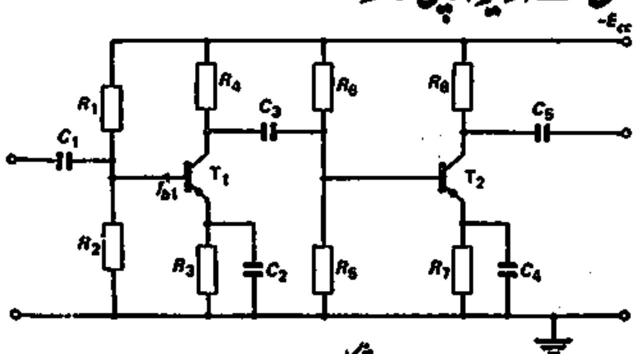
جب ٹرانسسٹر میں بیس کرینٹ بہتا ہے تو کلیکٹر کرینٹ بہنے لگتا ہے۔ جب بیس اور ایمیٹر کے درمیان کوئی آڈیو سگنل دیا جاتا ہے تو اس کے بڑھنے گھٹنے سے بیس کرینٹ بڑھتا گھٹتا ہے۔ جس کے نتیجہ میں توسیع شدہ کلیکٹر کرینٹ بھی بڑھتا گھٹتا ہے جب کلیکٹر کرینٹ زیادہ ہوتا ہے تو کلیکٹر بیس جنکشن پر درجہ حرارت بڑھ جاتا ہے جس کی وجہ سے کلیکٹر لیکیج کرینٹ بڑھ جاتا ہے۔ یہ لیکیج کرینٹ اس کرینٹ کے علاوہ ہوتا ہے جو درآمدی سگنل کی وجہ سے کلیکٹر سرکٹ میں بہتا ہے۔ اس زائد کرینٹ کی وجہ سے برآمدی آڈیو سگنل درآمدی سگنل کا مکمل عکس نہیں ہوتا اور ایمپلی فائر سے نتیجتاً آواز بھرائی ہوئی نکلتی ہے۔ اس خرابی کی وجہ سے بچنے کے لیے مفرد وولٹیج کو تقسیم کرنے والی یہ دو مزاحمتیں $R_1$ اور $R_2$ اور ایمیٹر مزاحمت $R_4$ سرکٹ میں لگائی جاتی ہیں۔

کلیکٹر کرینٹ بڑھنے سے جس طرح کلیکٹر لیکیج کرینٹ بڑھتا ہے اسی طرح تقریباً اسی مقدار میں ایمیٹر کرینٹ بھی لیکیج کرینٹ کی وجہ سے بڑھتا ہے۔ ایمیٹر کرینٹ کے بڑھنے سے مزاحمت $R_4$ پر پیدا ہونے والی وولٹیج $V_E$ بھی بڑھ جاتی ہے اس لیے $V_B$ اور $V_E$ کا فرق کم ہو جاتا ہے یعنی بیس اور ایمیٹر کے درمیان کا فارورڈ بائیس کم ہو جاتا ہے جس کی وجہ سے بیس کرینٹ بھی کم ہو جاتا ہے۔ بیس کرینٹ کم ہونے سے کلیکٹر کرینٹ کم ہوتا ہے اور اس طرح لیکیج کرینٹ کے بڑھنے سے اتنی ہی مقدار میں کلیکٹر کرینٹ بھی کم ہو جاتا ہے۔ اس طرح برآمدی سگنل درآمدی سگنل کا تقریباً مکمل عکس رہتا ہے اور آواز کی بھراہٹ بہت کم ہو جاتی ہے۔ اس طرح کلیکٹر کرینٹ کو پائیدار رکھا جاتا ہے جس

کولیکٹر کرینٹ کے ڈی۔سی کو پائیدار رکھنے کا طریقہ (D.C. STABILIZATION) کہتے ہیں۔

ایمیٹر مزاحمت $R_4$ کے دونوں سروں کے درمیان ایک کنڈینسر C3 (CONDENSER) لگایا جاتا ہے جس کا دوسرا سرا زمین سے جڑا ہوتا ہے۔ اس کے لگانے سے سگنل پر کی جو اے۔سی وولٹیج ہوتی ہے وہ بجائے مزاحمت میں سے بہنے کے اس کنڈینسر کے ذریعہ زمین کو چلی جاتی ہے۔ اس طرح ایمیٹر بیس کے درمیان کا بائیس تبدیل نہیں ہوتا اور پائیدار رہتا ہے۔ شکل 5-1 میں دیئے گئے سرکٹ میں عموماً $R_1 = 100$ کلو اوم $R_2 = 10$ کلو اوم اور $R_4 = 1$ کلو اوم کے ہوتا ہے۔ کنڈینسر $C_1 = 25$ مائیکرو فراڈ کے ہوتا ہے۔

## کم سگنل کے آڈیو ایمپلی فائر




شکل 5-2

مزاحمت اور کنڈینسر کے ذریعہ جڑا ہوا دو منزلہ آڈیو ایمپلی فائر

شکل 5-1 میں جو ٹرانسسٹر سرکٹ دیا گیا ہے وہ ایک منزلہ ایمپلی فائر سرکٹ ہے جس میں صرف ایک ہی ٹرانسسٹر استعمال کیا گیا ہے اس ایمپلی فائر کا وولٹیج گین نسبتاً کم ہوتا ہے۔ اس لیے کسی آواز کے سگنل کو جو بہت کم ہوتا ہے بڑھانے کے لیے دو یا دو سے زیادہ منزلوں کا ایمپلی فائر استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کو مجموعی منزلہ ٹرانسسٹر ایمپلی فائر (MULTI-STAGE TRANSISTOR AMPLIFIER) کہتے ہیں۔ یہ

سرکٹ جتنی منزلوں کا ہوتا ہے اتنے ہی ٹرانسسٹر استعمال کیے جاتے ہیں۔ اس طرح کا مجموعی منزلہ ایمپلی فائر استعمال کرنے سے ضرورت کے مطابق وولٹیج گین بڑھایا جاسکتا ہے۔

ریڈیو والو سے بنے ہوئے ایمپلی فائر میں جب ایک سے زیادہ سرکٹ آپس میں جوڑے جاتے ہیں تو زیادہ دقت کا سامنا نہیں کرنا پڑتا ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ اس کی درآمدی مزاحمت بہت زیادہ ہوتی ہے جبکہ برآمدی مزاحمت نسبتاً کم ہوتی ہے اس لیے اس طرح کے دو سرکٹ کو جوڑنے سے پہلے سرکٹ کی برآمدی مزاحمت پر کوئی خاص اثر نہیں پڑتا۔ برخلاف اس کے دو مشترک ایمیٹر ٹرانسسٹر ایمپلی فائر سرکٹ کو آپس میں براہِ راست جوڑنے پر ان کی ہمسری قایم نہیں رہتی۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ٹرانسسٹر کی درآمدی مزاحمت نسبتاً بہت کم ہوتی ہے اس لیے اس کو براہِ راست جوڑنے سے پہلے سرکٹ کی برآمدی مزاحمت پر جو زیادہ ہوتی ہے بہت اثر پڑ سکتا ہے۔

ہمسری قایم نہ رہنے کی وجہ سے وولٹیج گین کم ہونے کے امکان ہیں۔ اس لیے دو ٹرانسسٹر سرکٹ کو آپس میں جوڑنے کے دو خاص طریقے ہیں جو حسب ذیل ہیں۔ ان میں سے کسی ایک طریقہ کو استعمال کرنے سے ہمسری قائم رہتی ہے اور وولٹیج گین میں کوئی خاص کمی نہیں ہوتی ہے۔

## 1۔ مزاحمت اور کنڈینسر کے ذریعہ جڑے ہوئے ٹرانسسٹر ایمپلی فائر

RESISTANCE CAPACITANCE COUPLED TRANSISTOR AMPLIFIER

## 2۔ ٹرانسفارمر کے ذریعہ جڑے ہوئے ٹرانسسٹر ایمپلی فائر

(TRANSFORMER COUPLED TRANSISTOR AMPLIFIER

1۔ شکل 5.2 میں مزاحمت اور کنڈینسر کے ذریعہ جڑا ہوا ایک دُو منزلہ آڈیو ٹرانسسٹر ایمپلی فائر دکھایا گیا ہے۔ اس طرح کا ایمپلی فائر سرکٹ زیادہ تر کم سگنل کا وولٹیج گین بڑھانے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ اس سرکٹ میں مزاحمت استعمال کرنے سے تھوڑا بہت گین کم ہوجاتا ہے۔

جیسا شکل 5.2 میں دکھایا گیا ہے اس سرکٹ میں دو ٹرانسسٹر $T_1$ اور $T_2$ استعمال کیے گئے ہیں۔ پہلے ٹرانسسٹر $T_1$ سرکٹ کو دوسرے ٹرانسسٹر $T_2$ کے سرکٹ سے کنڈینسر $C_3$ سے جوڑا گیا ہے جو $T_1$ کے کلیکٹر اور $T_2$ کے بیس کو آپس میں جوڑتا

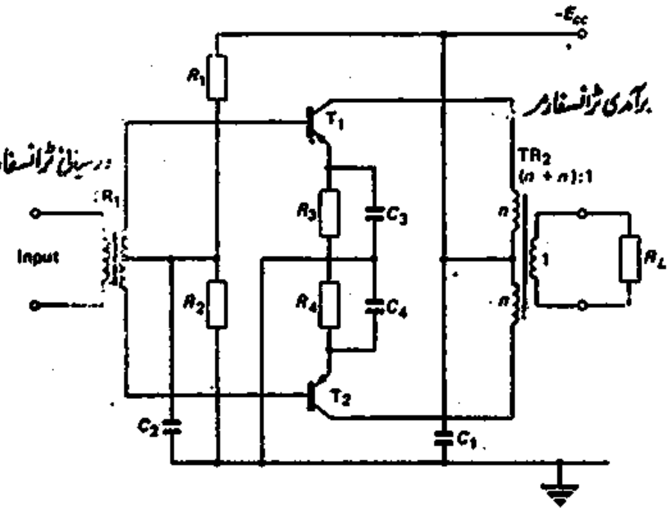
ہے۔ ٹرانسسٹر $T_1$ کے ذریعہ جو توسیع شدہ برآمدی سگنل اس کے کلیکٹر مزاحمت $R_4$ پر حاصل ہوتا ہے وہی ٹرانسسٹر $T_2$ کے لیے درآمدی سگنل بن جاتا ہے جو کنڈینسر $C_3$ کے ذریعہ $T_2$ کے بیس کو مل جاتا ہے۔ $C_3$ کے ذریعہ اس سگنل کی اور زیادہ توسیع ہوکر ایک برآمدی سگنل اس کے کلیکٹر مزاحمت $R_8$ پر حاصل ہوجاتا ہے۔ اس طرح آواز کا ایک چھوٹا سا سگنل اس دو منزلہ ٹرانسسٹر ایمپلی فائر کے ذریعہ بڑھ کر ایک بڑے سگنل کی حیثیت سے حاصل کیا جاسکتا ہے۔ اس طرح یہ مزاحمت کنڈینسر سے جڑا ہوا ایمپلی فائر ایک آڈیو ایمپلی فائر کا کام کرتا ہے۔

یہ ہم جانتے ہیں کہ آواز کی لہروں کا تواتر ( FREQUENCY ) کم اور زیادہ ہوتا رہتا ہے۔ حسب بالا بیان کیے گئے آڈیو ایمپلی فائر میں آواز کے سگنل کی توسیع ہر تواتر پر یکساں نہیں ہوتی ہے بلکہ کم تواتر اور زیادہ تواتر کے ذریعہ سگنل کا گین اس ایمپلی فائر میں بہ مقابلہ درمیانی تواتر کے آڈیو سگنل کے کم ہوتا ہے۔ اس کی وجہ سمجھنا اس کتاب کی حدود سے بالاتر ہے۔ بہر حال اس طرح کے آڈیو ایمپلی فائر میں بہت کم اور زیادہ تواتر کے آڈیو سگنل کے علاوہ بقیہ تمام درمیانی تواتر کے آڈیو سگنل پر وولٹیج گین تقریباً یکساں ہوتا ہے۔

## 2۔ ٹرانسفارمر کے ذریعہ جڑے ہوئے ٹرانسسٹر ایمپلی فائر

شکل 3-5 میں ٹرانسفارمر کے ذریعہ جڑا ہوا ایک آڈیو ایمپلی فائر دکھایا گیا ہے۔ اس میں دو ٹرانسسٹر ایک ایسے سرکٹ کے ذریعہ جڑے ہوتے ہیں جس کو پش پل ایمپلی فائر (PUSH_PULL AMPLIFIER) سرکٹ کہتے ہیں۔ اس طرح کے سرکٹ سے آڈیو سگنل کی طاقت بہت بڑھ جاتی ہے اس کے علاوہ برآمدی سگنل درآمدی آڈیو سگنل کا تقریباً مکمل عکس ہوتا ہے تاکہ بھرائی ہوئی آواز نہ ملے۔

اس سرکٹ میں درآمدی اور برآمدی ٹرانسفارمر $TR$ اور $TR_1$ استعمال کیے گئے ہیں جس کے استعمال سے آپسی مزاحمتیں ہمسر ہوجاتی ہیں۔ اس طرح ہمسر مزاحمتوں کی وجہ سے ایک سرکٹ سے دوسرے سرکٹ میں تبدیل ہونے میں برقی توانائی ضائع نہیں ہوپاتی۔ ایک پش پل سرکٹ کس طرح کام کرتا ہے اس کو سمجھنا اس کتاب کی حدود سے بالاتر ہے۔



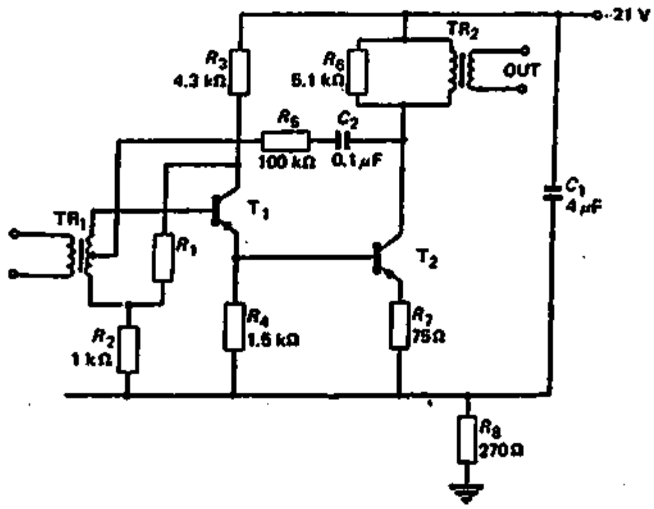

شکل 5-3

ٹرانسفارمر کے ذریعہ جڑا ہوا پش پل آڈیو ایمپلی فائر

## ٹیلی فون ایمپلی فائر

ٹیلی فون کے ذریعہ جو آواز سنائی دیتی ہے وہ اس قدر کم ہوتی ہے کہ اس کو صرف ایک شخص اپنے کان سے لگا کر سن سکتا ہے۔ کبھی کبھی اس بات کی ضرورت ہوتی ہے کہ جو گفتگو ٹیلی فون پر ہو رہی ہے وہ بجائے ایک آدمی کے دوسرے اشخاص بھی آسانی سُن سکیں۔ اس کے لیے ٹیلی فون کے ساتھ ایک آواز بڑھانے کا ایمپلی فائر استعمال کیا جاتا ہے جس کو ٹیلی فون ایمپلی فائر (TELEPHONE AMPLIFIER) کہتے ہیں۔ اصل میں یہ بھی ایک قسم کا آڈیو ایمپلی فائر ہے۔

شکل 5-4 میں ایک قسم کا ٹیلی فون ایمپلی فائر سرکٹ دکھایا گیا ہے۔ اس سرکٹ میں دو ٹرانسسٹر $T_1$ اور $T_2$ آپس میں براہِ راست جوڑے گئے ہیں۔ ٹرانسسٹر $T_1$ مشترک کلیکٹر ایمپلی فائر سرکٹ کی طرح استعمال کیا گیا ہے اس لیے اس کی درآمدی مزاحمت بہت زیادہ اور برآمدی مزاحمت کم ہے۔ دوسرا ٹرانسسٹر $T_2$ مشترک ایمیٹر ایمپلی فائر سرکٹ میں استعمال کیا گیا ہے۔ مزاحمتیں $R_1$، $R_2$، $R_3$ اور $R_4$ پہلی منزل میں بائیس دینے




شکل 5-4

ٹیلی فون ایمپلی فائر

کے لیے استعمال کی گئی ہیں۔

اس ایمپلی فائر میں $TR_1$ درآمدی ٹرانسفارمر اور $TR_2$ برآمدی ٹرانسفارمر استعمال کیا گیا ہے۔ یہ سرکٹ اس طرح بنایا گیا ہے کہ اس کی درآمدی مزاحمت اور برآمدی مزاحمت دونوں ہی 600 اوم ہے۔ اس لیے یہ ایمپلی فائر براہ راست ٹیلی فون تاروں کے درمیان میں لگایا جا سکتا ہے۔ اسی لیے اس کو آڈیو لائن ایمپلی فائر بھی کہہ سکتے ہیں۔ اس ایمپلی فائر کے ذریعہ ٹیلی فون کی آواز کو بہ آسانی بڑھایا جا سکتا ہے۔

# باب 6

# ٹرانسسٹر ملٹی وائبریٹر

ملٹی وائبریٹر (MULTI VIBRATOR) ایک ایسا برقی آلہ ہے جس سے مختلف قسم کی برقی ترنگیں پیدا کی جاسکتی ہیں۔ اس کے برآمدی حصہ میں وولٹیج مستطیل شکل کی ترنگوں کی صورت میں حاصل کی جاتی ہے۔ ملٹی وائبریٹر کا سرکٹ اس طرح سے بنایا جاتا ہے کہ اگر ایک بار زیادہ سے زیادہ ممکن برآمدی وولٹیج ملے گی تو دوسری بار وولٹیج صفر ہوگی۔ اس طرح سے ایک ملٹی وائبریٹر بجائے ایمپلی فائر کے ایک برقیاتی سوئچ ( ELECTRONIC SWITCH ) کی طرح کام کرتا ہے۔

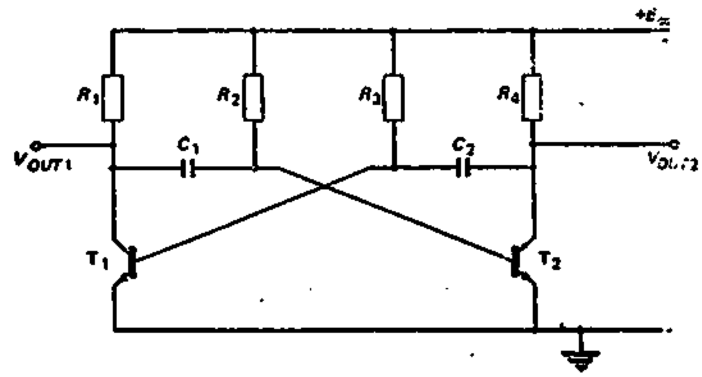
تین طرح کے ملٹی وائبریٹر سرکٹ بنائے جاسکتے ہیں جو حسب ذیل ہیں۔

1 - غیر پائیدار ( ASTABLE ) ملٹی وائبریٹر
2 - یک پائیدار ( MONOSTABLE ) ملٹی وائبریٹر
3 - دو پائیدار ( BISTABLE ) ملٹی وائبریٹر

## غیر پائیدار ملٹی وائبریٹر

غیر پائیدار ملٹی وائبریٹر کا سرکٹ ایک غیر معینہ عرصہ تک ایک ہی حالت میں نہیں رہ سکتا بلکہ بذاتِ خود ایک حالت سے دوسری حالت میں بدلتا رہتا ہے اور اس کے برآمدی حصوں میں متواتر مستطیل شکل کی ترنگیں ملتی رہتی ہیں۔

شکل 1-6 میں ایک غیر پائیدار ملٹی وائبریٹر کا سرکٹ دکھایا گیا ہے۔ یہ سرکٹ




شکل ۱-6

غیر پائیدار ملٹی وائبریٹر سرکٹ

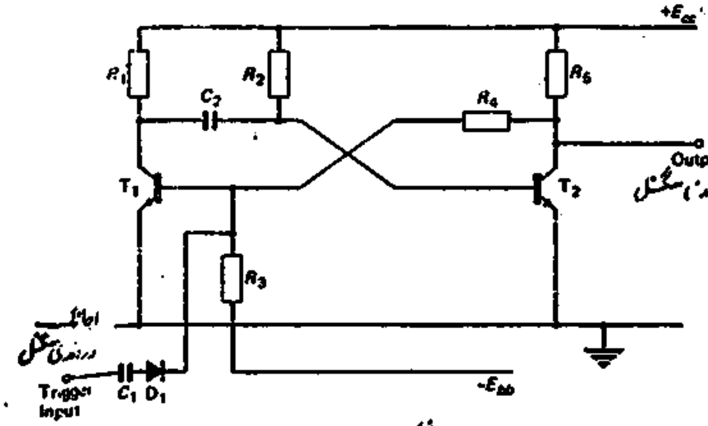
دو ایسے ٹرانسسٹر ایمپلی فائر سے مل کر بنا ہے جو آپس میں مزاحمت اور کنڈینسر کے ذریعہ جڑے ہوئے ہیں۔ یہ سرکٹ کس طرح کام کرتا ہے اس کا بیان کرنا اس کتاب کی حدود سے بالاتر ہے۔ البتہ اتنا سمجھ لینا چاہیے کہ یہ سرکٹ اس طرح بنایا گیا ہے کہ کسی ایک حالت میں اگر ٹرانسسٹر $T_1$ میں کرینٹ بہتا ہے تو دوسرے ٹرانسسٹر $T_2$ میں کرینٹ نہیں بہتا۔ اس صورت میں $T_1$ میں زیادہ سے زیادہ ممکن کرینٹ بہے گا۔ یہ حالت کافی عرصہ قائم نہیں رہتی بلکہ کچھ ہی لمحوں میں یہ صورت بدل جاتی ہے اور ملٹی وائبریٹر دوسری حالت میں بذاتِ خود آجاتا ہے۔ اس حالت میں ٹرانسسٹر $T_2$ میں زیادہ سے زیادہ ممکن کرینٹ بہنے لگتا ہے جبکہ ٹرانسسٹر $T_1$ میں کرینٹ بہنا بالکل بند ہو جاتا ہے۔ اس طرح سے یہ سرکٹ ایک حالت سے دوسری حالت میں اپنے آپ بدلتا رہتا ہے اور اس کے برآمدی حصہ میں متواتر وولٹیج ملتی رہتی ہے۔

## یک پائیدار ملٹی وائبریٹر

یک پائیدار ملٹی وائبریٹر کا سرکٹ اگر ایک بار پائیدار حالت میں تو دوسری بار ناپائیدار حالت میں رہتا ہے۔ عموماً اس کا سرکٹ پائیدار حالت میں ہی رہتا ہے لیکن ایک اچانک برقی ارتعاش دینے سے اس کو ناپائیدار حالت میں لایا جا سکتا ہے۔ ناپائیدا

حالت میں کچھ عرصہ رہنے کے بعد یہ خود بخود دوبارہ پائیدار حالت میں آجاتا ہے۔

شکل 2-6 میں ایک یک پائیدار ملٹی وائبریٹر کا سرکٹ دکھایا گیا ہے جس میں پائیدار حالت میں ٹرانسسٹر $T_1$ 'OFF' اور ٹرانسسٹر $T_2$ 'ON' ہوتا ہے۔ اس صورت میں $T_1$ میں کرینٹ نہیں بہتا جبکہ $T_2$ میں زیادہ سے زیادہ کرینٹ بہتا ہے۔




شکل 2-6

یک پائیدار ملٹی وائبریٹر

اس سرکٹ کو پورے طریقے سے سمجھنا اس کتاب کی حدود سے بالاتر ہے۔ البتہ اتنا سمجھ لینا چاہیے کہ اس ملٹی وائبریٹر کو پائیدار حالت سے ناپائیدار حالت میں لانے کے لیے ایک اچانک برقی ارتعاش کنڈنسر $C_1$ اور ڈائی اوڈ $D_1$ کے ذریعہ ٹرانسسٹر $T_1$ کے بیس میں دیا جاتا ہے۔ ایسا کرنے سے $T_1$ میں کرینٹ بہنے لگتا ہے جبکہ تھوڑی ہی دیر بعد $T_2$ میں کرینٹ بہنا بند ہو جاتا ہے۔ یہ ناپائیدار حالت کچھ ہی عرصہ رہتی ہے اور سرکٹ پھر اپنی پہلی والی پائیدار حالت میں آجاتا ہے۔

## دو پائیدار ملٹی وائبریٹر

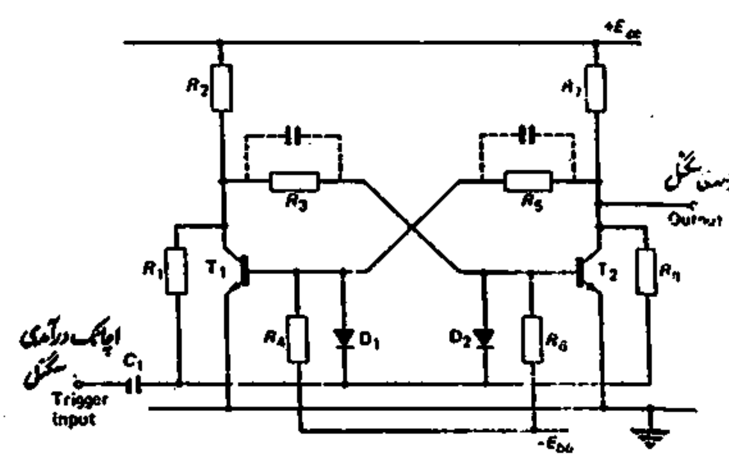
دو پائیدار ملٹی وائبریٹر کو فلپ فلاپ ( FLIP–FLOP ) سرکٹ بھی

سرکٹ دو پائیدار حالتوں میں رہتا ہے۔ اس کا سرکٹ ان میں سے کسی بھی ایک پائیدار حالت میں رہتا ہے جب تک کہ کسی اچانک برقی ارتعاش کے ذریعہ اس حالت کو بدل نہیں [illegible] کے بعد پھر سرکٹ اسی حالت میں رہے گا جب تک برقی ارتعاش [illegible] ۔ ایسا کرنے سے سرکٹ پھر اپنی پہلی والی پائیدار حالت [illegible] ہے۔

دو پائیدار ملٹی وائبریٹر مختلف اقسام کے پائے جاتے ہیں جو حسب ذیل ہیں۔

1. S.K فلپ - فلاپ
2. J.K فلپ - فلاپ
3. D فلپ - فلاپ
4. T فلپ - فلاپ

زیادہ تر فلپ فلاپ سرکٹ ایک مخصوص گھڑی CLOCK کے ذریعہ کام میں لائے جاتے ہیں۔ ایک حالت سے دوسری حالت میں تبدیلی اس گھڑی سے پیدا شدہ ارتعاش کے ذریعہ ممکن ہے۔ یہ سارے فلپ فلاپ سرکٹ مختلف اقسام کے برقیاتی کاموں میں استعمال ہوتے ہیں۔




شکل 6-3

دو پائیدار ملٹی وائبریٹر سرکٹ

شکل 6-3 میں دو پائیدار ملٹی وائبریٹر کا ایک بنیادی سرکٹ دکھایا گیا ہے جس کو مکمل طور سے سمجھنا اس کتاب کی حدود سے بالاتر ہے۔ البتہ اتنا سمجھ لینا کافی ہے کہ ایک پائیدار حالت میں ٹرانسسٹر $T_1$ 'ON' اور ٹرانسسٹر $T_2$ [illegible] ہے اس صورت میں اگر کنڈینسر C اور ڈائی اوڈ $D_1$ کے ذریعہ ایک اچانک بر[illegible] $T_1$ کے بیس میں دیا جاتا ہے تو $T_1$ 'OFF' اور $T_2$ 'ON' ہو جائے گا اور اس [illegible] سرکٹ دوسری پائیدار حالت میں تبدیل ہو جائے گا۔ اسی طرح اس صورت میں [illegible] برقی ارتعاش کنڈینسر $C_1$ اور ڈائی اوڈ $D_2$ کے ذریعہ ٹرانسسٹر $T_2$ کے [illegible] دیا جائے تو پھر سرکٹ بدل کر اپنی پہلی والی پائیدار حالت میں آجائے گا یعنی $T_1$ 'ON' [illegible] $T_2$ 'OFF' ہو جائے گا۔ اس طرح سے برقی ارتعاش باربار دینے سے ملٹی وائبریٹر [illegible] سرکٹ ایک حالت سے دوسری پائیدار حالت میں بدلتا رہتا ہے۔

باب 7

# دیگر اقسام کے ٹرانسسٹر اور ڈائی اوڈ

اب جبکہ ہم نے دو قطبی ٹرانسسٹر BIPOLAR TRANSISTOR کے بارے میں بیان کیا ہے جس کا استعمال برقیاتی مشینوں میں بہت زیادہ ہے۔ آج کل دو قطبی ٹرانسسٹر کے علاوہ یک قطبی ٹرانسسٹر (UNIPOLAR TRANSISTOR) کا استعمال بھی بہت بڑھتا جا رہا ہے اس باب میں ہم کچھ یک قطبی ٹرانسسٹر کے بارے میں بیان کریں گے۔

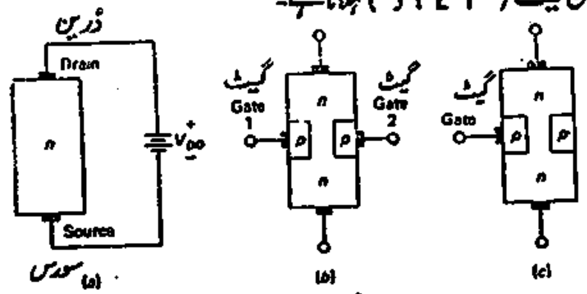
ایک عام جنکشن ٹرانسسٹر کو دو قطبی ٹرانسسٹر اس لیے کہا جاتا ہے کیونکہ اس کے ذریعہ بہنے والے کرنٹ کا دارومدار اکثریت برق بردار (MAJORITY CARRIERS) اور اقلیت برق بردار (MINORITY CARRIERS) دونوں پر ہوتا ہے جبکہ یک قطبی ٹرانسسٹر میں کرنٹ کا دارومدار صرف اکثریت برق بردار پر ہی ہوتا ہے جیسا کہ ہم ذیل میں دیکھیں گے۔ یک قطبی ٹرانسسٹر جو آجکل عام طریقہ سے پائے جاتے ہیں وہ دو طرح کے ہیں:-

1- برقی میدان پر منحصر شدہ ٹرانسسٹر یعنی فیٹ (FET)
2- دھات کے آکسائیڈ کا نیم چالک فیٹ یعنی ماسفیٹ (MOSFET)

## فیٹ (FET)

برقی میدان پر منحصر شدہ ٹرانسسٹر جس کو انگریزی میں مختصراً فیٹ (FET) کہتے ہیں اس کا پورا نام (FIELD EFFECT TRANSISTOR) ہے فیٹ ایک یک قطبی ٹرانسسٹر ہے جس کے کام کرنے کا طریقہ دو قطبی جنکشن ٹرانسسٹر سے

مختلف ہے۔ کیونکہ اس کا عمل ڈپلیشن خطہ کے ذریعہ پیدا ہونے والے برقی میدان پر منحصر ہے اس لیے اس کو برقی میدان پر منحصر شدہ ٹرانسسٹر کہتے ہیں جنکشن ٹرانسسٹر کی طرح یہ بھی جنکشن فیٹ ( JFET ) کہلاتا ہے۔



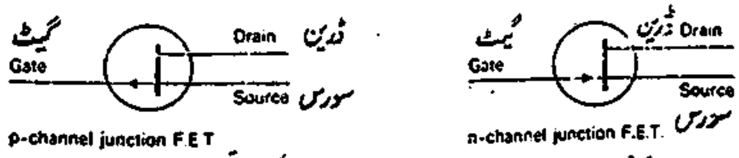

شکل 7-1

(a) فیٹ کا چینل والا حصہ
(b) دو گیٹ والا جنکشن فیٹ
(c) ایک گیٹ والا جنکشن فیٹ

شکل 7-1 میں ایک جنکشن فیٹ دکھایا گیا ہے۔ اس میں P یا N نوع کا ایک ٹکڑا ہوتا ہے جس کو نالی یا چینل (CHANNEL) کہتے ہیں۔ اس چینل کے نچلے حصہ کو سورس ( SOURCE ) یعنی 'منبع' کہتے ہیں اور بالائی حصہ کو ڈرین ( DRAIN ) یعنی 'نکاس' کہتے ہیں۔ سورس کو 'S' سے اور ڈرین کو 'D' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ N چینل میں اکثریت برق دار منفی چارج والے الیکٹران ہوتے ہیں جبکہ P چینل میں اکثریت برق بردار مثبت چارج والے ہول ہوتے ہیں۔

جیسا شکل (b) 7-1 میں دکھایا گیا ہے فیٹ کے N چینل کے دونوں جانب کچھ حصہ تک P خطے قائم کر دیے گئے ہیں۔ ان P خطوں کو گیٹ ( GATE ) یعنی پھاٹک کہتے ہیں جس کو 'G' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اگر کسی فیٹ کے دونوں گیٹ علیحدہ علیحدہ باہری سروں سے جڑے ہوتے ہیں تو اس کو 'دو گیٹ والا فیٹ' کہتے ہیں جیسا شکل (b) 7-1 میں دکھایا گیا ہے۔ کبھی کبھی فیٹ کو بناتے وقت دونوں گیٹ کو اندر سے ہی آپس میں جوڑ دیا جاتا ہے اور ان جڑے ہوئے دونوں گیٹوں کے لیے ایک ہی باہری

سرا ہوتا ہے۔ ایسے فیٹ کو 'ایک گیٹ والا فیٹ' کہا جاتا ہے جیسا شکل (C)1-7 میں دکھایا گیا ہے۔ زیادہ تر استعمال ایک گیٹ والے فیٹ کا ہوتا ہے۔ دو گیٹ والے فیٹ کا استعمال اکثر ریڈیو میں مکسر ( MIXER ) کے لیے کیا جاتا ہے۔




N چینل جنکشن فیٹ — P چینل جنکشن فیٹ

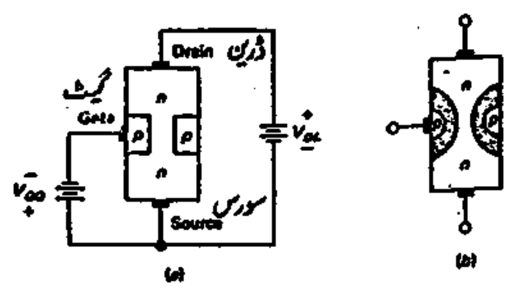
شکل 2-7

فیٹ کی علامت

فیٹ کو جس علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے اس کو شکل 2-7 میں دکھایا گیا ہے۔ گیٹ پر دیئے گئے تیر کا نشان اگر چینل کی جانب ہے تو وہ N چینل فیٹ کو ظاہر کرتا ہے اور اگر تیر کا نشان چینل سے باہر کی طرف ہے تو وہ P چینل فیٹ کو ظاہر کرے گا۔

## فیٹ میں بائیس دینے کا طریقہ

N چینل فیٹ کو بائیس ( BIAS ) کرنے کا طریقہ شکل (a) 3-7




شکل 3-7

(a) فیٹ میں بائیس دینے کا سرکٹ۔

(b) فیٹ پر ڈپلیشن خطے

میں دکھایا گیا ہے۔ گیٹ اور سورس کے درمیان برعکس بائیس $V_{GS}$ دیا جاتا ہے جبکہ ڈرین اور سورس کے درمیان فارورڈ بائیس $V_{DS}$ دیا جاتا ہے۔ اس طرح گیٹ سورس کے مقابلہ میں منفی وولٹ پر اور ڈرین مثبت وولٹ پر ہوتا ہے۔ گیٹ پر کی منفی وولٹیج بڑھانے سے PN جنکشن پر بننے والے ڈپلیشن خطہ کی چوڑائی بڑھ جاتی ہے۔ اس طرح سے دونوں ڈپلیشن خطوں کا درمیانی حصہ تنگ ہو جاتا ہے جیسا کہ شکل 7-3(b) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ درمیانی حصہ جس قدر تنگ ہوتا جائے گا۔ اسی قدر ڈرین کرینٹ کم ہوتا جائیگا۔ اس کا مطلب ہوا کہ ڈرین کرینٹ گیٹ پر دی جانے والی منفی وولٹیج پر منحصر ہوتا ہے۔

## جنکشن فیٹ اور جنکشن ٹرانسسٹر کا تقابل

جنکشن فیٹ اور دو قطبی جنکشن ٹرانسسٹر کو مقابلتاً دیکھا جائے تو ان دونوں میں حسب ذیل فرق نظر آتے ہیں۔

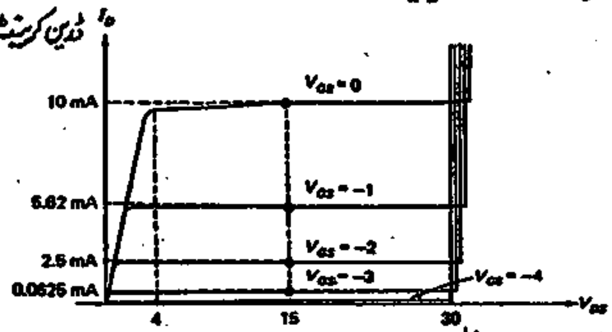
1- جنکشن فیٹ کی درآمدی مزاحمت بہت زیادہ یعنی میگ اوم میں ہوتی ہے جبکہ ٹرانسسٹر کی درآمدی مزاحمت عموماً کم ہوتی ہے۔ اس لیے جہاں ہم کو بہت زیادہ درآمدی مزاحمت کی ضرورت ہوتی ہے وہاں فیٹ ہی استعمال کیا جاتا ہے۔ ریڈیو والو (VALVE) کی درآمدی مزاحمت عموماً بہت زیادہ ہوتی ہے اس لیے بہت سے ایسے آلات جس میں والو استعمال کیا جاتا ہے ہم اس کی جگہ فیٹ استعمال کر سکتے ہیں مثلاً وولٹیج ناپنے کے آلات میں جس میں درآمدی مزاحمت تقریباً 10 میگ اوم یا اس سے بھی زیادہ ہوتی ہے فیٹ کا استعمال کیا جاتا ہے اس کو فیٹ وولٹ میٹر ( FET VOLTMETER ) کہتے ہیں۔

2- فیٹ کے گیٹ پر برعکس بائیس دیا جاتا ہے جبکہ ٹرانسسٹر میں کرینٹ بڑھانے کے لیے فارورڈ بائیس دیتے ہیں۔ فیٹ کے گیٹ پر منفی وولٹیج کے گھٹانے بڑھانے سے ڈرین کرینٹ کو گھٹایا بڑھایا جا سکتا ہے جیسے ریڈیو والو سرکٹ میں گرڈ ( GRID ) کے منفی بائیس کو گھٹانے بڑھانے سے پلیٹ کرینٹ کو گھٹایا بڑھایا جا سکتا ہے۔ فیٹ کو جہاں تک سرکٹ میں استعمال کرنے کا سوال ہے وہ بمقابلہ ٹرانسسٹر ریڈیو والو سے بہت کچھ ملتا جلتا ہے۔

فیٹ کے درآمدی وولٹیج میں تبدیلی کرنے سے اس کے برآمدی کرینٹ پر بمقابلہ ٹرانسسٹر کم اثر پڑتا ہے۔ اس لیے فیٹ کا وولٹیج گین بمقابلہ ٹرانسسٹر کم ہوتا ہے۔ ٹرانسسٹر کا وولٹیج گین فیٹ کے مقابلہ میں کئی گنا زیادہ ہوتا ہے۔ اس لیے جہاں زیادہ وولٹیج گین کی ضرورت ہوتی ہے تو ٹرانسسٹر کا ہی استعمال کیا جاتا ہے۔

## فیٹ کے مخصوص خطوط

جیسا ہم جانتے ہیں کہ دو قطبی ٹرانسسٹر کے مخصوص خطوط اس کے کلیکٹر کرینٹ $I_c$ اور کلیکٹر ایمیٹر وولٹیج $E_{CE}$ کے تعلق کو ظاہر کرتے ہیں۔ اسی طرح فیٹ کے مخصوص خطوط اس کے ڈرین کرینٹ $I_D$ اور ڈرین سورس وولٹیج $V_{DS}$ کے تعلق کو ظاہر کرتے ہیں جیسا کہ شکل 4-7 میں دکھایا گیا ہے۔




شکل 7-4

فیٹ کے مخصوص خطوط

جیسا شکل سے ظاہر ہے گیٹ سورس وولٹیج $V_{GS}$ کے بدلنے سے یہ خطوط بھی بدلتے جاتے ہیں۔ $V_{GS}$ کی منفی وولٹیج جس قدر بڑھاتے جائیں گے۔ ڈرین کرینٹ $I_D$ کم ہوتا جاتا ہے۔ شروع میں ڈرین سورس وولٹیج $V_{DS}$ کو بڑھانے سے ڈرین کرینٹ کچھ حد تک بڑھتا جاتا ہے پھر ایک ایسا مقام آتا ہے جہاں سے $V_{DS}$ بڑھاتے رہنے پر بھی $I_D$ تقریباً مستقل رہتا ہے ڈرین وولٹیج کی اس مقدار کو جس کے بعد ڈرین کرینٹ تقریباً مستقل رہتا ہے اور بڑھنا بند ہو جاتا ہے پنچ آف PINCH OFF

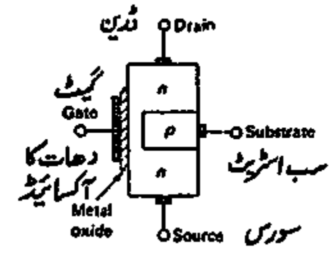
——— وولٹیج کہتے ہیں۔ یہ وہ وولٹیج ہے جہاں پر فیٹ میں بننے والے دونوں ڈپلیشن خطے تقریباً ایک دوسرے کو چھونے لگتے ہیں اور ڈرین کرینٹ تقریباً بڑھنا بند ہو جاتا ہے پنچ آف وولٹیج فیٹ کے $V_{GS}$ پر منحصر ہے۔ منفی وولٹیج جس قدر بڑھتی جائے گی۔ پنچ آف وولٹیج اسی قدر کم ہوتی جائے گی جیسا شکل میں دکھایا گیا ہے۔ اگر $V_{GS}$ صفر ہوتا ہے یعنی گیٹ اور سورس کو ایک دوسرے سے جوڑ دیا جاتا ہے تو ڈرین کرینٹ سب سے زیادہ ہوتا ہے جس کو $I_{DSS}$ سے ظاہر کرتے ہیں۔ مختلف فیٹ کے لیے مختلف $I_{DSS}$ ہوتے ہیں۔

ہر فیٹ کی زیادہ سے زیادہ دی جانے والی ممکن ڈرین وولٹیج ہوتی ہے جس کو $V_{DS}$ (max) سے ظاہر کرتے ہیں۔ اگر کسی فیٹ میں اس کے $V_{DS}$ (max) سے زیادہ وولٹیج دی جائے گی تو ڈرین کرینٹ اچانک بہت بڑھ جائے گا اور فیٹ کام کرنا بند کر دے گا۔ اس لیے کسی فیٹ کو استعمال کرتے وقت اس بات کا لحاظ رکھنا پڑتا ہے کہ اس میں ڈرین وولٹیج اس کے $V_{DS}$ (max) سے کم دی جائے تاکہ فیٹ کو کوئی نقصان نہ ہو۔

## ماسفیٹ (MOSFET)

دھات کے آکسائیڈ نیم چالک فیٹ کو مختصراً انگریزی میں ماسفیٹ (MOSFET) کہتے ہیں جس کا پورا نام METAL-OXID SEMI--CONDUCTOR FIELD EFFECT TRANSISTOR ہے۔ ماسفیٹ بھی فیٹ کی طرح ایک یک قطبی ٹرانسسٹر ہوتا ہے۔ اس میں بھی سورس، گیٹ اور ڈرین ہوتے ہیں۔ گیٹ وولٹیج ہی ڈرین کرینٹ کو قابو میں رکھتا ہے۔ ماسفیٹ اور جنکشن فیٹ میں خاص فرق یہ ہے کہ جبکہ جنکشن فیٹ کے گیٹ پر صرف منفی وولٹیج ہی دی جا سکتی ہے۔ ماسفیٹ میں مثبت اور منفی دونوں طرح کی گیٹ وولٹیج دی جا سکتی ہے۔

شکل 5-7 میں ماسفیٹ کے مختلف اجزا دکھائے گئے ہیں۔ اس میں فیٹ کے برخلاف N چینل میں بجائے دو کے صرف ایک ہی P خطہ بنایا گیا ہے

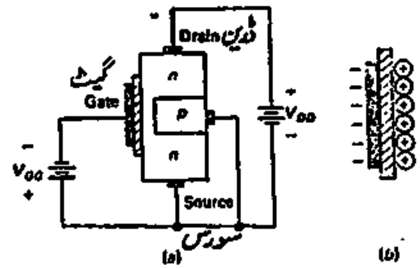



شکل 7-5

ماسفیٹ کے اجزا

جس کو سب اسٹریٹ (SUBSTRATE) کہتے ہیں۔ اس کو عموماً سورس سے جوڑ دیا جاتا ہے۔ یہ P خطہ سورس اور ڈرین کے درمیان کے چینل کو بہت تنگ کر دیتا ہے اور سورس سے ڈرین کی طرف جانے والے الیکٹران کو اسی تنگ راستہ سے ہو کر گذرنا ہوتا ہے۔ اس چینل کے بائیں جانب دھات کے آکسائیڈ (جو عموماً سلیکان ڈائی آکسائیڈ ہوتا ہے) کی ایک پتلی تہہ جما دی جاتی ہے۔ یہ آکسائیڈ حاجز ہوتا ہے۔ اس آکسائیڈ پر دھات کی ایک پرت جما دی جاتی ہے جو گیٹ کا کام کرتی ہے۔ کیونکہ گیٹ چینل سے حجز شدہ (INSULATED) ہوتا ہے اس لیے ماسفیٹ کو حجز شدہ گیٹ فیٹ (IG-FET) بھی کہا جاتا ہے۔

اب دیکھنا یہ ہے کہ ماسفیٹ کس طرح کام کرتا ہے جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ N چینل میں سورس سے ڈرین کی جانب جانے والے ایلیکٹران کا دارومدار گیٹ وولٹیج پر ہوتا ہے۔ ماسفیٹ میں کیونکہ گیٹ سے چینل حاجز کے ذریعہ علیحدہ ہوتا ہے۔ ——— اس لیے اس کے گیٹ پر مثبت یا منفی کوئی بھی وولٹیج دی جاسکتی ہے۔ سب سے پہلے ہم گیٹ پر منفی وولٹیج دینے والے سرکٹ پر غور کرتے ہیں جو شکل (a) 6-7 میں دکھایا گیا ہے۔ اس سرکٹ میں گیٹ اور N چینل کو کنڈینسر کے دو پترے تصور کر لیے جائیں اور ان کے درمیان دھات کے آکسائیڈ کو ڈائی ایلکٹرک DIELECTRIC مان لیا جائے تو ہم بنیادی اُصول سے جانتے ہیں کہ اگر کسی کنڈینسر کے ایک پترے پر

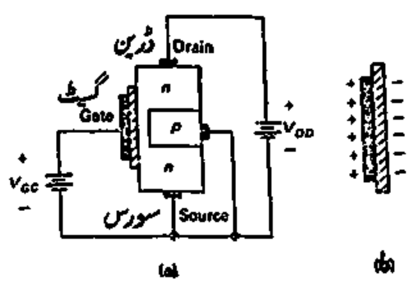



شکل 7-6

(a) ڈرین کرینٹ کم کرنے کے طریقہ پر منحصر ڈپلیشن موڈ (DEPLETION MODE) ماسفیٹ سرکٹ

(b) ماسفیٹ کے گیٹ پر منفی وولٹیج دینے سے N چینل پر مثبت وولٹیج۔

جس قطبیت کی وولٹیج دی جاتی ہے اس کے دوسرے پترے پر اس کے برعکس قطبیت کی وولٹیج پیدا ہوجاتی ہے جیسا شکل (b) 6-7 میں دکھایا گیا ہے گیٹ پر منفی وولٹیج دینے سے N چینل پر مثبت وولٹیج پیدا ہوجائے گی جن کی وجہ سے N چینل میں سے گذرنے والے بہت سے الیکٹران کم ہوجائیں گے اور نتیجہ میں ڈرین کرینٹ کم ہوجائیگا۔




شکل 7-7

(a) کرینٹ بڑھانے والا 'ان ہانسمینٹ موڈ (EN HANCEMENT MODE)
ماسفیٹ سرکٹ

(b) ماسفیٹ کے گیٹ پر مثبت وولٹیج دینے سے N چینل پر منفی وولٹیج۔

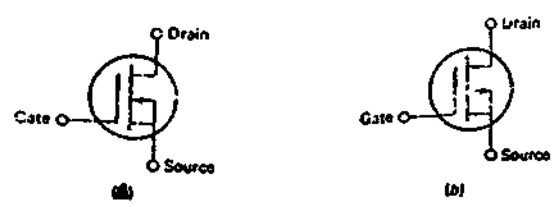
یہی وجہ ہے کہ ماسفیٹ کے اس منفی گیٹ وولٹیج دینے کے طریقہ عمل کو کرینٹ کم کرنے والا ڈیپلیشن موڈ ( DEPLETION MODE ) طریق کہتے ہیں جو شکل 6-7 (a) میں دکھایا گیا ہے۔

جیسا کہ ہم اوپر بیان کر چکے ہیں کسی ماسفیٹ کے گیٹ پر مثبت وولٹیج بھی دی جا سکتی ہے اس طرح کے سرکٹ کو شکل (a) 7-7 میں دکھایا گیا ہے۔

اس سرکٹ میں کیونکہ گیٹ پر مثبت وولٹیج دی گئی ہے اس لیے جیسا شکل (b) 7-7 میں دکھایا گیا ہے۔ N چینل پر منفی وولٹیج پیدا ہو جائے گی جو چینل کے الیکٹران کی تعداد اور زیادہ کر دے گی۔ اور اس طرح ڈرین کرینٹ بڑھ جائے گا۔ اس مثبت گیٹ وولٹیج کے ذریعہ کسی ماسفیٹ کے طریقہ عمل کو کرینٹ بڑھانے والا انہینسمنٹ موڈ ( ENHANCEMENT MODE ) طریق کہتے ہیں جو شکل (a) 7-7 میں دکھایا گیا ہے۔

کسی ماسفیٹ کے گیٹ پر کیونکہ حاجز کی پرت ہوتی ہے اس لیے اس کے کسی بھی طریقہ عمل میں گیٹ کرینٹ نہیں کے برابر ہوتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ ماسفیٹ کی داخلہ مزاحمت فیٹ سے بھی کہیں زیادہ ہوتی ہے جو تقریباً 10,000 میگ اوم سے لے کر 10,000,000 میگ اوم تک ہو سکتی ہے۔

## ماسفیٹ کی علامت



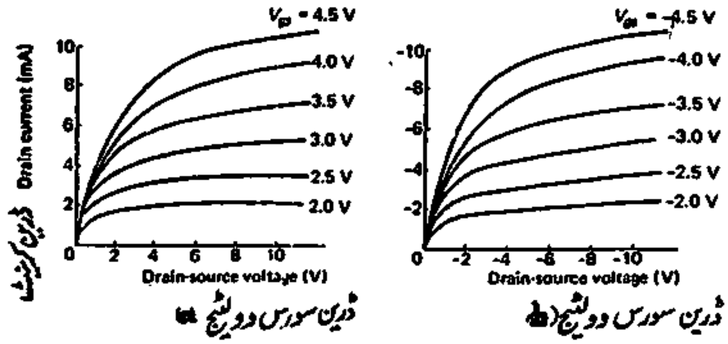

شکل 8-7

(a) N چینل ماسفیٹ کی علامت

(b) P چینل ماسفیٹ کی علامت

ماسفیٹ کو جس علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے وہ شکل 8-7 میں دکھائی گئی ہے۔ N چینل ماسفیٹ کی علامت میں تیر کا نشان چینل کی طرف ہوتا ہے جیسا شکل (a) 8-7 میں دکھایا گیا ہے۔ P چینل ماسفیٹ میں تیر کا نشان چینل سے باہر کی جانب ہوتا ہے جیسا شکل (b) 8-7 میں دکھایا گیا ہے۔ P چینل ماسفیٹ میں چینل P نیم چالک کا ہوتا ہے اور اس میں N نیم چالک کا خطّہ بنایا جاتا ہے۔

## ماسفیٹ کے مخصوص خطوط




شکل 7-9

(a) N چینل ان ہانسمینٹ ماسفیٹ کے مخصوص خطوط

(b) P چینل ان ہانسمینٹ ماسفیٹ کے مخصوص خطوط

شکل 9-7 میں ماسفیٹ کے مخصوص خطوط دکھائے گئے ہیں جو ڈرین سورس وولٹیج اور ڈرین کرنٹ کے باہمی تعلق کو ظاہر کرتے ہیں۔ یہ خطوط بھی کم و بیش فیٹ کے خطوط کی طرح ہیں۔ صرف فرق یہ ہے کہ اس میں وہ خطوط بھی دکھائے گئے ہیں جس میں گیٹ وولٹیج Vgs مثبت ہے جیسا کہ شکل (a) 9-7 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ ان خطوط کو ظاہر کرتا ہے جب N چینل ماسفیٹ کو ان ہانسمینٹ موڈ کے طریقۂ عمل پر استعمال کیا جاتا ہے۔ یعنی Vgs مثبت وولٹیج ہوتی ہے۔

یہ بات قابلِ غور ہے کہ P چینل ماسفیٹ میں ڈرین سورس وولٹیج منفی دی جاتی ہے

جبکہ اس کو ان ہانسمینٹ موڈ میں کام کرنے کے لیے اس کی VGS بھی منفی ہوتی ہے۔ اس کے خطوط شکل (b) 9-7 میں دکھائے گئے ہیں۔

## ماسفیٹ کے اقسام

ماسفیٹ دو طرح کے ہوتے ہیں (1) ڈپلیشن، ان ہانسمینٹ ماسفیٹ اور (2) صرف ان ہانسمینٹ ماسفیٹ

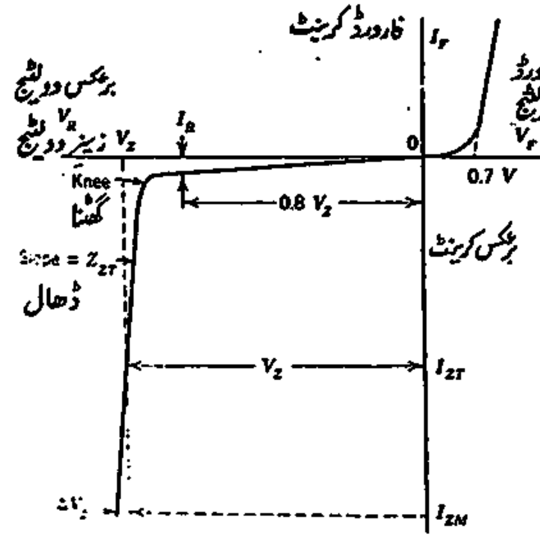
ڈپلیشن ان ہانسمینٹ ماسفیٹ جیسا اوپر بیان کیا جاچکا ہے دونوں طریقہ عمل میں کام کرتے ہیں۔ اس قسم کے ماسفیٹ میں خاص بات یہ ہے کہ اس کی گیٹ سورس وولٹیج صفر ہوجانے کے باوجود بھی اس میں تھوڑا بہت ڈرین کرینٹ بہتا رہتا ہے اسی لیے اس کو عموماً کرینٹ بہنے والا (NORMALLY ON) ماسفیٹ کہتے ہیں۔

صرف ان ہانسمینٹ ماسفیٹ ایک ہی طریق یعنی ان ہانسمینٹ موڈ ہی میں کام کرتے ہیں۔ اس طرح کے ماسفیٹ میں جب VGS صفر ہوتا ہے تو اس میں کوئی ڈرین کرینٹ نہیں بہتا اس لیے اس کو OFF صورت میں کرینٹ نہ بہنے والا (NORMALLY OFF) ماسفیٹ کہا جاتا ہے۔ کرینٹ بڑھانے کے لیے ماسفیٹ کے گیٹ پر مثبت وولٹیج دینا پڑتی ہے۔ اس طرح کے ماسفیٹ عددی سرکٹ DIGITAL CIRCUIT میں اکثر استعمال کیے جاتے ہیں۔

## زینر ڈائی اوڈ (ZENER DIODE)

ہم پچھلے کسی باب میں بیان کرچکے ہیں کہ PN جنکشن ڈائی اوڈ پر فارورڈ بائیس دینے سے کرینٹ بڑھتا ہے۔ شروع میں کرینٹ بہنے کی رفتار قدرے کم ہوتی ہے پھر ایک خاص فارورڈ وولٹیج مثلاً 0.7 وولٹ پر کرینٹ بڑھنے کی رفتار اچانک تیز ہوجاتی ہے جیسا شکل 10-7 میں دکھایا گیا ہے۔

برخلاف اس کے جب ڈائی اوڈ کے PN جنکشن پر برعکس وولٹیج دی جاتی ہے تو اس صورت میں ایک خاص وولٹیج تک کرینٹ بڑھنے کی رفتار بہت کم ہوتی ہے۔ جو کچھ تھوڑا بہت کرینٹ بڑھتا ہے وہ PN جنکشن پر اقلیت برق بردار کے اِدھر اُدھر جانے سے پیدا



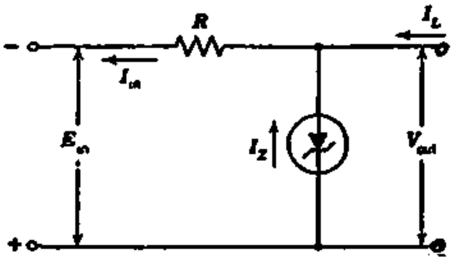

شکل 7-10

زینر ڈائی اوڈ کا خطِ خصوصی

کرتا ہے۔ اگر یہ برعکس وولٹیج بڑھاتے رہیں تو ایک مقام ایسا آتا ہے جہاں پر یہ PN جنکشن ٹوٹ جاتا ہے اور اپنا فعل بند کر دیتا ہے۔ اس کو توڑنے والی یعنی بریک ڈاؤن وولٹیج (BREAKDOWN VOLTAGE) کہتے ہیں۔ اس کو زینر وولٹیج ZENEER VOLTAGE) بھی کہتے ہیں اور وہ ڈائی اوڈ جو زینر وولٹیج پر کام کرتا ہے۔ زینر ڈائی اوڈ کہلاتا ہے کیونکہ سب سے پہلے امریکی سائنس داں کارل زینر نے اس کے متعلق معلومات فراہم کی تھیں۔ زینر ڈائی اوڈ کا خطِ خصوصی شکل 7-10 میں دکھایا گیا ہے۔

اگر ہم زینر ڈائی اوڈ کے خطِ خصوصی پر غور کریں تو پتہ چلتا ہے کہ اس کے زینر وولٹیج $V_Z$ پر کرینٹ تو بہت تیزی سے بڑھتا ہے لیکن برعکس وولٹیج $V_R$ میں بہت کم تبدیلی ہوتی ہے۔ اس اصول کو پیشِ نظر رکھ کر زینر ڈائی اوڈ کو عموماً وولٹیج کو مستقل رکھنے کے آلہ یعنی وولٹیج ریگولیٹر (VOLTAGE REGULATOR) سرکٹ میں استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کا ایک بنیادی سرکٹ شکل 7-11 میں دکھایا گیا ہے۔

زینر ڈائی اوڈ کو جس علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے وہ شکل 7-12 میں دکھائی




شکل 7-11
زینر ڈائی اوڈ وولٹیج ریگولیٹر سرکٹ

شکل 7-12
زینر ڈائی اوڈ کی علامت
گئی ہے۔

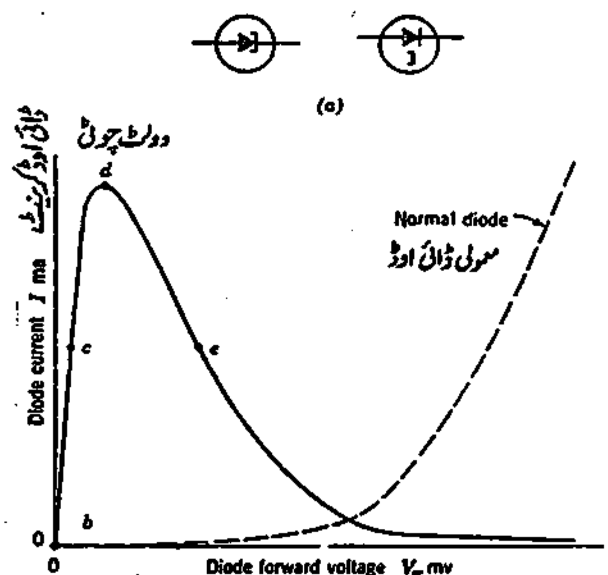
عام طور سے زینر ڈائی اوڈ 2.4 وولٹ سے لے کر 200 وولٹ تک کے ہوتے ہیں۔ اگر کوئی زینر ڈائی اوڈ 200 وولٹ کا ہے تو اس کا مطلب یہ ہوا کہ اس کا زینر وولٹیج 200 وولٹ ہوگا یعنی بہ الفاظ دیگر جب برعکس وولٹیج 200 وولٹ ہوگی تب اس کا جنکشن ٹوٹ جائے گا اور کرینٹ اچانک بڑھنے لگے گا۔

وولٹیج ریگولیٹر سرکٹ میں استعمال ہونے کی وجہ سے آج کل زینر ڈائی اوڈ بہت زیادہ کارآمد ہوگیا ہے اور اس کا استعمال بہت بڑھتا جا رہا ہے۔

## ٹنیل ڈائی اوڈ ( TUNNEL DIODE )

آجکل ایک اور طرح کے ڈائی اوڈ کا استعمال بڑھتا جا رہا ہے جس کو سرنگ ڈائی اوڈ یعنی ٹنیل ڈائی اوڈ ( TUNNEL DIODE ) کہتے ہیں۔ یہ ایک بہت ہی پتلے جنکشن کا ڈائی اوڈ ہے جس کو شکل ( a ) 7-13 میں دکھائی گئی علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس ڈائی اوڈ اور ایک معمولی نیم چالک ڈائی اوڈ میں حسب ذیل فرق ہوتا ہے۔

ٹنیل ڈائی اوڈ میں استعمال ہونے والے P اور N نیم چالک بہت زیادہ گاڑھے ہوتے ہیں۔ ان کا گاڑھا پن معمولی ڈائی اوڈ سے تقریباً ایک ہزار گنا زیادہ ہوتا ہے۔ اس گاڑھے پن کے نتیجہ میں جنکشن پر جو ڈپلیشن پرت بنتی ہے وہ اتنی پتلی ہوتی ہے کہ اس میں سرنگی کیفیت پیدا ہوجاتی ہے اس کو وضاحت سے سمجھنے کے لیے ٹنیل ڈائی اوڈ کے خط خصوصی




(b) ڈائی اوڈ فارورڈ وولٹیج

شکل 7-13

(a) ٹنیل ڈائی اوڈ کی علامت

(b) ٹنیل ڈائی اوڈ کا خطِ خصوصی

پر غور کرنا پڑے گا جو شکل (b) 7-13 میں دکھایا گیا ہے۔ اس خط پر غور کرنے سے پتہ چلتا ہے کہ ڈائی اوڈ کے فارورڈ وولٹیج $V_F$ کو تھوڑا ہی بڑھانے پر شروع میں فارورڈ کرینٹ I بہت تیزی سے بڑھتا ہے جبکہ یہی کرینٹ ایک معمولی جنکشن ڈائی اوڈ میں بہت کم بڑھتا ہے جو شکل میں ٹوٹے ہوئے خط سے دکھایا گیا ہے۔

جب یہ فارورڈ کرینٹ بڑھتے بڑھتے d پر پہونچتا ہے جس کو وولٹ چوٹی (VOLTAGE PEAK) کہتے ہیں تو وولٹیج بڑھانے پر کرینٹ بجائے بڑھنے کے تیز رفتاری سے کم ہونا شروع ہو جاتا ہے جیسا شکل میں دکھایا گیا ہے۔ اس صورت میں وولٹیج بڑھانے کے باوجود کرینٹ گھٹتا ہے اس کو سرنگی کیفیت سے تعبیر کرتے ہیں۔ اسی لیے اس طرح کے ڈائی اوڈ کو سرنگ ڈائی اوڈ یعنی ٹنیل ڈائی اوڈ کہتے ہیں۔ اس سرنگی اثر کی

کی وجہ سے ٹنیل ڈائی اوڈ کو آسیلیٹر (OSCILLATOR) یعنی ترنگیں پیدا کرنے والے آلہ کے کام میں لایا جا سکتا ہے۔

جیسا ہم اوپر بیان کر چکے ہیں کہ ایک ٹنیل ڈائی اوڈ کی ڈپلیشن پرت بہت پتلی یعنی تقریباً 0.01 مائیکرو میٹر ہوتی ہے اس لیے اس میں سے الیکٹران یا ہول کے گذرنے میں بہت کم وقفہ لگتا ہے۔ اس لیے ٹنیل ڈائی اوڈ کا استعمال خورد لہروں یعنی مائیکرو ویو (MICROWAVE) کے ایمپلیفائر اور آسیلیٹر میں کیا جاتا ہے۔ موجودہ زمانہ میں مائیکرو ویو کی اہمیت بڑھنے سے ٹنیل ڈائی اوڈ اور اسی طرح کے دیگر ڈائی اوڈ جیسے گن ڈائی اوڈ (GUNN DIODE) کا استعمال بہت بڑھ گیا ہے۔

## ویریکٹر ڈائی اوڈ (VARACTOR DIODE)

ہم جانتے ہیں کہ PN جنکشن پر ایک ڈپلیشن پرت بن جاتی ہے۔ جب اس پر فارورڈ بائیس دیا جاتا ہے تو یہ ڈپلیشن پرت پتلی ہو جاتی ہے۔ برعکس بائیس دینے سے یہ پرت چوڑی ہونے لگتی ہے۔ ڈپلیشن پرت کی چوڑائی برعکس بائیس وولٹیج تبدیل کرنے سے بڑھائی گھٹائی جا سکتی ہے۔ یہ ڈپلیشن خطہ جس کی مزاحمت بہت زیادہ ہوتی ہے کنڈینسر یا کپیسیٹر (CAPACITOR) کے برقی حاجز (DIELECTRIC) کا کام کرتا ہے جبکہ P اور N نیم چالک جو مقابلتاً کم مزاحمت کے ہوتے ہیں کنڈینسر کے دو چالک پتروں کا کام کرتے ہیں۔ اس طرح ہم کہہ سکتے ہیں کہ ایک PN جنکشن کنڈینسر کا کام کر سکتا ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ کسی کنڈینسر کی برقی استعداد (CAPACITY) اس کے برقی حاجز کی چوڑائی پر منحصر ہے۔ اگر یہ چوڑائی کم ہوگی تو برقی استعداد زیادہ اور اگر یہ چوڑائی زیادہ ہوگی تو برقی استعداد کم ہوگی۔ اس طرح PN جنکشن کی چوڑائی کو برعکس بائیس وولٹیج کے تبدیل کرنے سے گھٹایا بڑھایا جا سکتا ہے جس کے نتیجہ میں اس کی برقی استعداد بدلتی رہتی ہے اور PN جنکشن ڈائی اوڈ کو وولٹیج تبدیل ہونے والے کنڈینسر کی طرح استعمال کیا جا سکتا ہے۔ ایسے ڈائی اوڈ جو بالخصوص اس کام کے لیے بنائے جاتے ہیں۔ ویریکٹر ڈائی اوڈ (VARACTOR DIODE) کہلاتے ہیں۔ ویریکٹر ڈائی اوڈ برعکس بائیس کے ذریعہ کام میں لایا جاتا ہے۔ اس کے جنکشن کی برقی استعداد C اور برعکس بائیس

وولٹیج V میں حسبِ ذیل تعلق ہوتا ہے جس میں K ایک مستقل مقدار ہے۔

$$C = \frac{K}{\sqrt{V}}$$

اس سے صاف ظاہر ہے کہ برعکس بائیس وولٹیج کو بڑھانے سے ویریکٹر ڈائی اوڈ کی برقی استعداد کم اور بائیس وولٹیج کو گھٹانے سے برقی استعداد زیادہ ہوتی ہے۔

ویریکٹر ڈائی اوڈ عموماً حسبِ ذیل برقی استعداد کے پائے جاتے ہیں۔

پیکوفراڈ 27-72pF, 20-28 pF, 2-12pF

ویریکٹر ڈائی اوڈ کا استعمال ٹیلیویژن اور دیگر برقیاتی آلات میں بہت زیادہ ہونے لگا ہے۔

باب 8

# مرکب سرکٹ یا آئی سی

دنیائے سائنس کی یہ ایک حیرت انگیز ترقی ہے کہ پیچیدہ سے پیچیدہ سرکٹ کو سلیکان کی ایک بہت ہی چھوٹی سی چپٹی یا پرت پر مکمل طور سے بنایا جاسکتا ہے۔ کسی برقیاتی سرکٹ میں کئی ایک ٹرانسسٹر، مزاحمتیں، کنڈنسر وغیرہ شامل ہوتے ہیں جن کو اگر علیحدہ علیحدہ ایک دوسرے سے جوڑا جائے تو جو سرکٹ بنتا ہے وہ کافی بڑی جگہ گھیرتا ہے۔ اگر اسی مکمل سرکٹ کو کسی سلیکان کی چھوٹی سی چپٹی پر تیار کرتے وقت ہی مع اس کے تمام اجزا کے بنا یا جائے تو اس سرکٹ کو مرکب سرکٹ' (INTEGRATED CIRCUIT) کہتے ہیں۔ مختصراً اسے آئی سی (I.C) کہا جاتا ہے۔

جس طرح ایک ہی پتھر کو تراش کر کوئی مورتی بنائی جاتی ہے اسی طرح چونکہ کسی برقیاتی سرکٹ کو مکمل طور پر ایک ہی چھوٹی سی سلیکان کی چپٹی پر بنایا جاتا ہے اس لیے اس کو یک سنگی آئی سی (MONOLITHIC I.C) کہا جاتا ہے۔ یہ آئی سی تیار ہونے کے بعد ایک ٹرانسسٹر کے قد سے بڑا نہیں ہوتا ہے۔ یک سنگی آئی سی کا موجودہ زمانہ میں استعمال بہت بڑھ گیا ہے کیونکہ علیحدہ علیحدہ اجزاء سے بنے ہوئے ایک سرکٹ کے مقابلہ میں اس کے بے شمار فوائد ہیں جس میں کچھ خاص خاص فوائد حسب ذیل ہیں :-

(1) آئی سی کا قد بہت چھوٹا ہوتا ہے۔ (2) اس کی قیمت بہت کم ہے۔ (3) آئی سی کے ذریعہ تیار شدہ پیچیدہ سے پیچیدہ سرکٹ بہت کم لاگت سے تیار کیے

جاسکتے ہیں مثلاً جیبی حساب کتاب کی مشین (POCKET CALCULATOR) وغیرہ۔

کسی آئی۔سی کے قد اور وزن میں حیرت انگیز کمی اس لیے ممکن ہے کہ پیچیدہ سے پیچیدہ سرکٹ جس میں کبھی کبھی سو سے زائد اجزا شامل ہوتے ہیں۔ ایک اس قدر چھوٹے سے حصہ میں بنایا جاسکتا ہے جس کا قد ایک ٹرانسسٹر سے زیادہ نہیں ہوتا۔ ایک آئی۔سی کی قیمت اس کے سرکٹ کی پیچیدگی پر منحصر ہے لیکن پھر بھی ایک ٹرانسسٹر کی قیمت سے بہت زیادہ نہیں ہوتی۔ یہی وجہ ہے کہ اس کا استعمال آج کل بہت تیزی سے بڑھتا جارہا ہے۔

## آئی۔سی کا صنعتی پیمانہ پر تیار کرنے کا طریقہ

اس باب میں ہمارا مقصد یہ ہے کہ آئی سی کسطرح مختلف طریقوں سے استعمال کیا جاتا ہے اس پر تھوڑی بہت روشنی ڈالی جائے پھر بھی اگر ہم آئی۔سی کے صنعتی طور پر بنانے پر غور کریں تو یہ دلچسپی سے خالی نہ ہوگا۔

کسی آئی۔سی کو بنانے کے لیے سب سے پہلے سلیکان نیم چالک کا P کرسٹل تیار کیا جاتا ہے جو تقریباً ایک سے دو انچ قطر کا ہوتا ہے۔ اس کرسٹل کو بہت سے پتلے پتلے اوراق میں کاٹ لیا جاتا ہے۔ ایک ورق کی موٹائی تقریباً 5 مل سے لے کر 10 مل تک ہوتی ہے جبکہ 1 مل $\frac{1}{1000}$ انچ کے برابر ہوتا ہے۔ ورق کی سطح کا رقبہ تقریباً 4 مربع انچ ہوتا ہے کیونکہ ایک مکمل آئی۔سی۔ تیار ہونے کے بعد تقریباً 3 مربع مل جگہ گھیرتا ہے اس لیے ایک ورق سے سینکڑوں آئی۔سی ایک ساتھ بنائے جاسکتے ہیں۔ سلیکان کے ورق کو کاٹ کر چھوٹی چھوٹی چپٹیاں بنانے سے قبل ہی ایک صنعت کار ورق پر سینکڑوں سرکٹ بنالیتا ہے۔ اس طرح ہر چپٹی پر ایک پیچیدہ سے پیچیدہ سرکٹ بن کر تیار ہوجاتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ بڑے پیمانہ پر تیار شدہ آئی۔سی بہت کم قیمت کے ہوتے ہیں۔

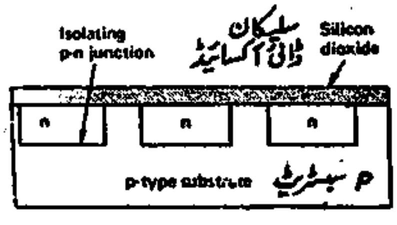
سلیکان کی یہ ہر چپٹی ایک سبسٹریٹ (SUB STRATE) کا کام کرتی ہے جس کو نچلا ڈھانچہ بنا کر آئی۔سی کے مختلف اجزاء بنائے جاتے ہیں۔ یہ اجزاء چپٹی کے منتخب حصوں پر غیر خالص عناصر یعنی P اور N نیم چالک کے انتشار کے ذریعہ بنائے

جاتے ہیں۔

جیسا ہم اوپر بیان کر چکے ہیں کہ آئی۔سی کا مکمل سرکٹ ایک P سلیکان سبسٹریٹ پر بنایا جاتا ہے۔ لیکن P سلیکان ایک برقی چالک ہے۔ اس لیے یہ ضروری ہو جاتا ہے کہ آئی۔سی بناتے وقت اس کا ہر جز مثلاً ٹرانسسٹر، مزاحمت یا کنڈینسر P سبسٹریٹ سے جز شدہ (INSULATE D) ہونا چاہیے۔ اگر ایسا نہیں کیا گیا تو یہ سارے اجزاء ایک دوسرے سے P سبسٹریٹ کے ذریعہ برقی طور سے جڑ جائیں گے۔ ان اجزاء کو ایک دوسرے سے علیحدہ رکھنے کے یوں تو بہت سے طریقے ہیں لیکن جو بہت زیادہ استعمال ہوتا ہے وہ حسب ذیل ہے :-

ہم جانتے ہیں کہ اگر کسی PN جنکشن پر برعکس بائیس دیا جاتا ہے تو جنکشن پر بہت زیادہ مزاحمت پیدا ہو جاتی ہے اور وہ تقریباً ایک دوسرے سے برقی طور سے علیحدہ ہو جاتے ہیں۔ یہی خاصیت آئی۔سی کے بنانے میں بھی استعمال کی جاتی ہے کسی آئی۔سی میں سرکٹ کے مطابق جتنے اجزاء ہوتے ہیں اتنی ہی تعداد میں P سبسٹریٹ میں N نیم چالک کے خطے منتشر کر دیئے جاتے ہیں جیسا کہ شکل 1-8 میں دکھایا گیا ہے۔ سرکٹ کے مختلف اجزاء اس طرح کے P اور n نیم چالک کے خطے منتشر کر کے بنائے جاتے ہیں۔ ایک بار جب یہ خطے بن جاتے ہیں تو پھر ان کو سرکٹ کے مطابق آپس میں ایک دوسرے سے جوڑ دیا جاتا ہے۔

علیحدہ کرنے والا PN جنکشن

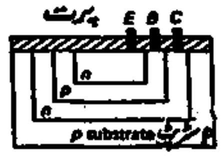



شکل 8-1

آئی۔سی کے مختلف اجزاء کو منتشر کرنے کا طریقہ

# آئی۔سی۔ ٹرانسسٹر بنانے کا طریقہ

آئی۔سی میں n-p-n ٹرانسسٹر بہت زیادہ استعمال کیا جاتا ہے کیونکہ اس کو بہ آسانی بنایا جا سکتا ہے۔ پہلے ایک p سبسٹریٹ پر بالترتیب n، p اور n نیم چالک کے خطے ایک دوسرے میں اس طرح منتشر کر دیئے جاتے ہیں جیسا شکل 8-2 میں دکھایا گیا ہے۔ پھر ان سب خطوں کی بالائی سطح پر سلیکان ڈائی آکسائیڈ

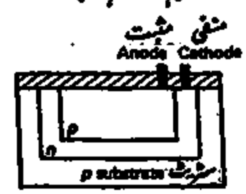



شکل 8-2

آئی۔سی۔ ٹرانسسٹر

کی مجز شدہ پرت جما دی جاتی ہے۔ ان خطوں کے ایک جانب کے حصوں پر علیحدہ علیحدہ کسی دھات مثلاً المونیم کی چھوٹی چھوٹی پرت جما دی جاتی ہے تاکہ سرکٹ میں انکو جوڑنے کے لیے برقی اتصال قائم کیا جا سکے۔ یہی n، p اور n خطے ٹرانسسٹر کے بالترتیب ایمیٹر، بیس اور کلیکٹر کا کام کرتے ہیں۔

p-n-p ٹرانسسٹر بنانا اتنا آسان نہیں ہے جتنا n، p، n ٹرانسسٹر اور اگر بنایا بھی جائے تو بہت مہنگا پڑے گا۔ اس لیے آئی۔سی میں



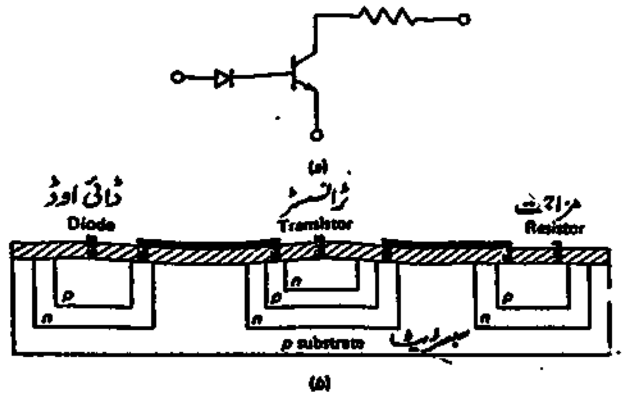

شکل 8-3

آئی۔سی۔ ڈائی اوڈ

بنائے جاسکتے ہیں۔ زیادہ بڑے کنڈنیسر بہت مہنگے پڑتے ہیں اس لیے کسی آئی۔سی۔سرکٹ میں کنڈنیسر بہت کم لگائے جاتے ہیں۔ اگر سرکٹ میں لگانا ضروری ہوتا ہے تو وہ علیحدہ سے ہی لگائے جاسکتے ہیں۔

اس طرح ہم دیکھ سکتے ہیں کہ کسی آئی۔سی سرکٹ میں تقریباً اس کے خاص خاص اجزا آئی۔سی بناتے وقت ہی بنالیے جاتے ہیں جو بہت کم جگہ گھیرتے ہیں۔ یہی اس سرکٹ کے بہت چھوٹے ہونے کا راز ہے۔

## آئی۔سی کا ایک مختصر سرکٹ




شکل 5-8

(a) ایک مختصر ٹرانسسٹر سرکٹ

(b) اسی سرکٹ کو آئی۔سی میں تبدیل کر کے دکھایا گیا ہے۔

آئی۔سی۔سرکٹ کس طرح بنایا جاتا ہے اس کو سمجھنے کے لیے ٹرانسسٹر، ڈائی اوڈ اور مزاحمت سے ملاکر بنے ہوئے ایک مختصر سرکٹ کو لیا جاسکتا ہے جیسا کہ شکل (a) 5-8 میں دکھایا گیا ہے۔ اگر انہیں تینوں اجزا کو ملاکر ایک آئی۔سی سرکٹ بنایا جائے تو وہ شکل (b) 5-8 میں دکھائے گئے سرکٹ کی طرح ہوگا۔ یہ سرکٹ سلیکان کی ایک چپٹی پر ہوتا ہے۔ صنعتی پیمانہ پر بنانے کے لیے ایک ورق پر سینکڑوں اسی طرح کے سرکٹ بنالیے جاتے ہیں اور پھر ان کو چھوٹی چھوٹی

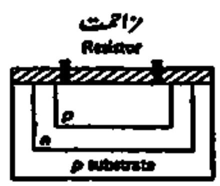
n-p-n ٹرانسسٹر کا استعمال زیادہ ہوتا ہے۔

## آئی۔سی۔ڈائی اوڈ

آئی۔سی۔ڈائی اوڈ بنانے کے لیے وہی طریقہ استعمال کیا جاتا ہے جو آئی۔سی ٹرانسسٹر بنانے کے لیے بس فرق صرف اتنا ہے کہ n نیم چالک میں p نیم چالک کا خطہ منتشر کرنے کے بعد روک دیا جاتا ہے اور پھر اس میں مجز شدہ پرت جما دی جاتی ہے جیسا کہ شکل 8-3 میں دکھایا گیا ہے۔اس میں n اور p خطوں پر مثبت اور منفی برقی اتصال بنا دیئے جاتے ہیں۔اس طرح یہ آئی۔سی ایک P.N جنکشن ڈائی اوڈ کا کام کرتا ہے۔

## آئی۔سی۔مزاحمت

اگر n اور p نیم چالک کے خطے ایک دوسرے میں منتشر کرنے کے بعد جیسا آئی۔سی۔ڈائی اوڈ میں کیا گیا ہے۔'p' خطہ کے دونوں سروں پر دو برقی اتصال بنا دیئے جائیں تو یہ ایک مزاحمت کا کام کرے گا جیسا کہ شکل 8-4 میں دکھایا گیا ہے۔یہ ایک آئی۔سی مزاحمت کا کام کرتا ہے۔




شکل 8-4

آئی۔سی۔مزاحمت

## آئی۔سی۔کنڈینسر

آئی۔سی میں کنڈینسر بنانا مشکل ہے۔پھر بھی تقریباً 100 پکوفراڈ تک کے کنڈینسر

چپٹیوں میں کاٹ کر علیحدہ علیحدہ کرلیا جاتا ہے۔ ہر چپٹی ایک آئی۔سی بن جاتی ہے۔

## آئی۔سی کے کچھ مخصوص سرکٹ

یوں تو طرح طرح کے آئی۔سی۔سرکٹ بنائے جارہے ہیں لیکن بالخصوص جو زیادہ استعمال کیے جارہے ہیں وہ حسب ذیل ہیں۔

1- آواز بڑھانے کے آڈیو ایمپلیفائر (AUDIO AMPLIFIER)

آئی۔سی کے یہ آڈیو ایمپلیفائر تقریباً 10 واٹ بر آمدی طاقت تک بنائے جارہے ہیں۔

2- ریڈیو فریکوئنسی یا فری کیونسی ایمپلیفائر (RADIO FREQUENCY AMPLIFIER) اس طرح کے ایمپلیفائر ریڈیو فری کیونسی پر کام کرنے والے سگنل کو بڑھانے کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ آج کل اس طرح کے آئی۔سی۔ایمپلیفائر بھی کافی بنائے جارہے ہیں۔

3- کام کرنے والے یا آپریشنل ایمپلیفائر (OPERATIONAL AMPLIFIER) اس قسم کے ایمپلیفائر کے بارے میں آئندہ بیان ہوگا۔ آپریشنل ایمپلیفائر میں آئی۔سی استعمال ہوتے ہیں اور آج کل اس کا استعمال بہت بڑھتا جارہا ہے۔

جب کسی سرکٹ میں آئی۔سی کا استعمال کیا جاتا ہے تو اس کے ساتھ اکثر علیحدہ سے دوسرے بیرونی اجزا مثلاً کنڈینسر، انڈکٹر (INDUCTOR) اور مزاحمت لگائے جاتے ہیں۔ کسی آپریشنل ایمپلیفائر میں بیرونی مزاحمتیں لگانا ضروری ہیں۔ کبھی کبھی ایک یا دو کنڈینسر بھی باہر سے لگانا پڑتے ہیں۔ کیونکہ کسی آئی۔سی میں انڈکٹر یعنی تار کی کنڈلیاں نہیں بنائے جاسکتے اس لیے جہاں ان کی ضرورت ہوتی ہے وہ علیحدہ ہی سے لگائے جاتے ہیں۔

## پتلی جھلی اور موٹی جھلی والے آئی۔سی

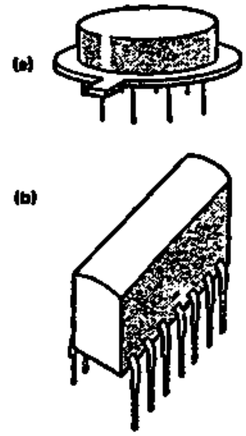
(THIN-FILM AND THICK-FILM-I.C)

ابھی تک ہم نے یک سنگی آئی۔سی کے بارے میں بتایا ہے۔ اس کے علاوہ دوسرے اقسام کے آئی۔سی بھی ہوتے ہیں جیسے پتلی جھلی والے اور موٹی جھلی والے آئی۔سی۔ یہ

آئی۔سی یک سنگی آئی۔سی کے مقابلہ میں بڑے ہوتے ہیں اس لیے زیادہ تر استعمال یک سنگی آئی۔سی کا ہی ہوتا ہے۔ جھلی والے آئی۔سی بنانے میں مزاحمت اور کنڈنیسر سبسٹریٹ پر ہی ایک ساتھ بنالیے جاتے ہیں لیکن ٹرانسسٹر اور ڈائی اوڈ وغیرہ علیحدہ سے اس میں جوڑ کر سرکٹ کو مکمل کیا جاتا ہے۔ عام طور سے جو پتلی جھلی اور موٹی جھلی والے آئی سی بازار میں پائے جاتے ہیں وہ مکمل آئی۔سی نہیں ہوتے بلکہ اس کا کچھ حصہ آئی۔سی ہوتا ہے اور کچھ حصہ میں پورے پورے اجزاء لگائے جاتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ان کا استعمال یک سنگی آئی۔سی کے مقابلہ میں بہت کم ہے۔

## میل دار آئی۔سی ( HYBRIDIC )

کبھی کبھی دو یا دو سے زیادہ یک سنگی آئی۔سی ملا کر ایک ہی بنڈل میں کر دیے جاتے ہیں۔ اس کو میل دار آئی۔سی کہا جاتا ہے۔ ایک میل دار آئی۔سی میں کبھی کبھی یک سنگی آئی۔سی اور پتلی جھلی یا موٹی جھلی والے آئی۔سی بھی شامل ہوتے ہیں۔ ان کا استعمال اکثر کیا جاتا ہے۔




شکل 8.6

(a) آئی سی کا گول بنڈل

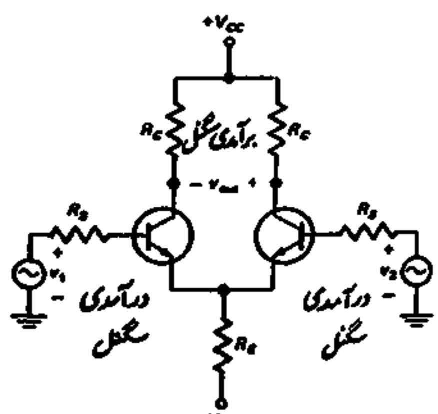
(b) آئی۔سی کا دو لائن والا لمبا بنڈل

# آئی۔سی کے بنڈل

زیادہ تر آئی۔سی دو طرح کے بنڈلوں میں پائے جاتے ہیں یا تو یہ بنڈل گول شکل کا ہوتا ہے جیسا شکل (a) 6-8 میں دکھایا گیا ہے اور یا یہ دو لائن والے لمبے قسم کے بنڈل میں ہوتا ہے جیسا شکل (b) 6-8 میں دکھایا گیا ہے۔ زیادہ تر لمبے قسم کے بنڈل پائے جاتے ہیں۔

## تفریقی ایمپلیفائیر (DIFFERENTIAL AMPLIFIER)

جیسا کہ ہم بیان کر چکے ہیں کہ ایک یک سنگی آئی۔سی میں صرف ٹرانسسٹر، ڈائی اوڈ اور مزاحمت ہی ایسے اجزا ہیں جنہیں ہم بآسانی بنا سکتے ہیں۔ کنڈنسر آئی۔سی میں بہت کم قیمت کے مثلاً 50 پیکوفراڈ تک کے ہی بنائے جا سکتے ہیں۔ زیادہ قیمت کے کنڈینسر آئی۔سی میں بنانا ممکن نہیں۔ ہم یہ بھی جانتے ہیں کہ ٹرانسسٹر کے دو سرکٹ کو جوڑنے کے لیے جو کنڈنسر استعمال ہوتا ہے وہ زیادہ قیمت یعنی کئی ایک مائیکروفراڈ کا ہوتا ہے۔ اس لیے دو یک سنگی آئی۔سی کے سرکٹوں کو براہِ راست ایک ایسے سرکٹ کے ذریعہ جوڑا جاتا ہے جیسے




شکل 8-7
تفریقی ایمپلیفائیر سرکٹ

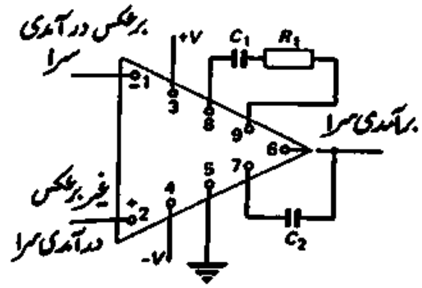
تفریقی ایمپلیفائر ( DIFFERENTIAL AMPLIFIER ) کہتے ہیں۔ ایک تفریقی ایمپلیفائر کا سرکٹ شکل 7-8 میں دکھایا گیا ہے۔

اس ایمپلیفائر میں دو درآمدی سگنل اور ایک برآمدی سگنل ہوتا ہے۔ یہ سرکٹ متناسب ہوتا ہے۔ اس کا ایک نصف حصّہ دوسرے حصّہ سے پورے طریقہ سے یکساں ہوتا ہے۔ ان دونوں حصّوں کی یکسانیت آئی۔سی میں بہ آسانی حاصل کی جاسکتی ہے کیونکہ اس میں جو اجزاء بنائے جاتے ہیں وہ ایک چپ میں ہونے کی وجہ سے بہت کچھ یکساں خصوصیات کے حامل ہوتے ہیں۔ ایک تفریقی ایمپلیفائر کس طرح کام کرتا ہے اس کو سمجھنا اس کتاب کی وسعت سے بالاتر ہے۔

## آپریشنل ایمپلیفائر (OPERATIONAL AMPLIFIER)

کام کرنے والا یا آپریشنل ایمپلیفائر ایک ایسا ایمپلیفائر ہے جس کا وولٹیج گین بہت زیادہ ہوتا ہے۔ اس کی درآمدی مزاحمت بہت زیادہ اور برآمدی مزاحمت بہت کم ہوتی ہے۔

ایک آپریشنل ایمپلیفائر یوں تو علیحدہ علیحدہ اجزاء سے ملا کر بھی بنایا جاسکتا ہے لیکن آجکل زیادہ تر آئی۔سی کے ہی آپریشنل ایمپلیفائر بنائے جاتے ہیں جس کی وجہ سے یہ کم قیمت میں خریدے جاسکتے ہیں۔ آپریشنل ایمپلیفائر کو مختلف سرکٹ سے جوڑ کر طرح طرح سے استعمال کیا جاسکتا ہے لیکن اس کا زیادہ تر استعمال ایمپلیفائر کی صورت میں ہی




شکل 8-8

آپریشنل ایمپلیفائر

ہوتا ہے۔

آپریشنل ایمپلیفائر کو جس علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے وہ شکل 8-6 میں دکھائی گئی ہے۔ اس کے درآمدی سرے نمبر 1 اور 2 سے دکھائے گئے ہیں۔ نمبر 1 کا سرا جو منفی (-) سے ظاہر کیا گیا ہے۔ برعکس درآمدی سرا (INVERTING INPUT TERMINAL) کہلاتا ہے کیونکہ اس سرے پر جو درآمدی سگنل دیا جاتا ہے وہ برآمدی سرے نمبر 6 پر برعکس قطبیت کے سگنل سے ظاہر ہوتا ہے۔ دوسرا درآمدی سرا نمبر 2 جو مثبت (+) سے ظاہر کیا گیا ہے 'غیر برعکس درآمدی سرا (NON INVERTING TERMINAL) کہلاتا ہے کیونکہ اس پر دیا ہوا سگنل برآمدی سرے پر اسی قطبیت کے سگنل میں ظاہر ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ اگر کوئی مثبت برقی سگنل نمبر 1 سرے میں دیا گیا تو نمبر 2 پر منفی برقی سگنل کی طرح ظاہر ہوگا جبکہ یہی سگنل اگر نمبر 2 پر دیا جائے تو یہ نمبر 6 پر مثبت برقی سگنل کی طرح ہی ظاہر ہوگا۔

آپریشنل ایمپلیفائر کے سرے نمبر 3 اور 4 پر مثبت اور منفی وولٹیج دی جاتی ہے۔ نمبر 5 کو زمین سے جوڑا جاتا ہے۔ نمبر 6 اور 5 کے درمیان برآمدی وولٹیج حاصل کی جاتی ہے۔ اس ایمپلیفائر میں پائیداری پیدا کرنے کے لیے سرے نمبر 7، 8 اور 9 میں بیرونی اجزا لگائے جا سکتے ہیں جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔

## آپریشنل ایمپلیفائر کا گین اور مزاحمت

آپریشنل ایمپلیفائر کی سب سے اہم خصوصیت یہ ہے کہ اس کا وولٹیج گین بہت زیادہ ہوتا ہے۔ یوں تو ایک معیاری آپریشنل ایمپلیفائر کے کھلے ہوئے برآمدی سروں پر گین لاانتہا ہوتا ہے لیکن عملاً اس ایمپلیفائر کا گین تقریباً 10,000 اور 200,000 کے درمیان ہوتا ہے۔

آپریشنل ایمپلیفائر کی درآمدی مزاحمت عموماً 250 کلو اوم سے لے کر 2 میگا اوم تک ہوتی ہے۔ لیکن اس کی برآمدی مزاحمت بہت کم ہوتی ہے جو تقریباً 150 اوم ہے۔

# عملی آپریشنل ایمپلیفائیر

بازار میں یوں تو مختلف اقسام کے آئی سی۔ آپریشنل ایمپلیفائیر پائے جاتے ہیں لیکن سب سے زیادہ استعمال ہونے والا اور جس کی مانگ سب سے زیادہ ہے وہ 741 نمبر کا آپریشنل ایمپلیفائیر ہے۔ اس کو مختلف کمپنیاں اپنا نام دے کر بازار میں فروخت کرتی ہیں لیکن جو نام دیا جاتا ہے اس میں 741 کا ہونا ضروری ہے مثلاً SIGNETICO A 741 CV اور FAIRCHILD A741TC اور RCACA 741 CS وغیرہ وغیرہ۔

آپریشنل ایمپلیفائیر 741 کا وولٹیج گین 200,000 در آمدی مزاحمت 2 میگا اوم اور برآمدی مزاحمت 75 اوم ہوتی ہے۔

# باب 9

# کمپیوٹر اور ٹرانسسٹر

## کمپیوٹر کیا ہے ؟-

کمپیوٹر ( COMPUTER ) یا حساب لگانے کا آلہ موجودہ برقیاتی سائنس کا وہ حیرت انگیز کرشمہ ہے جس پر دنیائے سائنس جتنا بھی ناز کرے کم ہے۔ اس کی ایجاد سے دنیائے سائنس و برقیات میں ایک ایسا زبردست انقلاب پیدا ہوا ہے کہ اگر ہم یہ کہیں کہ آجکل ہم کمپیوٹر کے زمانہ میں سانس لے رہے ہیں تو غلط نہ ہوگا۔ اگر نظرِ غور سے دیکھا جائے تو تقریباً اب ہر کام کمپیوٹر کے ذریعہ ہی کیا جاتا ہے۔ بینک کے اکاؤنٹ، انکم ٹیکس کا حساب کتاب، دفتروں کے روزمرہ کے کام کاج، ریل کی بکنگ، دوکانوں اور تجارتی کاروبار میں لین دین کا حساب و شمار، خلائی طیاروں کے پیچیدہ سے پیچیدہ حساب غرضیکہ یہ سارے کام جن کو کرنے کے لیے گھنٹوں اور دنوں بلکہ کبھی کبھی مہینوں چاہیئے ہوتے ہیں کمپیوٹر کے ذریعہ چشم زدن میں کیے جا سکتے ہیں۔

کمپیوٹر حساب کتاب کرنے کی ایک ایسی برقیاتی مشین ہے جس سے پیچیدہ سے پیچیدہ حساب پلک جھپکاتے کیا جا سکتا ہے۔ بظاہر تو یہ صرف اعداد کو جوڑنے والی مشین ہے لیکن اس کی سب سے بڑی خوبی یہی ہے کہ لاکھوں اور کروڑوں کا جوڑ، باقی ضرب اور تقسیم یہ سیکنڈوں میں کر سکتی ہے جبکہ انسانی دماغ اس کے کرنے کے لیے گھنٹوں صرف کرے گا اور اس پر بھی غلطی کا امکان ہے۔ کمپیوٹر اگر صحیح استعمال کیا جائے تو یہ ہمیشہ صحیح جواب

دے گا۔ اگر جواب غلط آتا ہے تو اس میں کمپیوٹر کی غلطی نہیں بلکہ کمپیوٹر استعمال کرنے والے کی ہوسکتی ہے جو اس کو ہدایات صحیح طریقہ پر نہیں دے پا رہا ہے۔

کمپیوٹر کی حیرت انگیز ایجاد ممکن نہ ہوسکتی اگر ٹرانسسٹر اور آئی۔سی ایجاد نہ ہوئے ہوتے۔ شروع شروع میں ریڈیو والو کا کمپیوٹر بنایا گیا تھا۔ لیکن وہ اتنا بڑا تھا کہ اس کے رکھنے کے لیے کئی ایک کمرے درکار تھے۔ اب ٹرانسسٹر آئی۔سی اور مائیکرو پروسیسر (MICRO PROCESSOR) کی مدد سے نسبتاً بہت ہی چھوٹا کمپیوٹر بنایا جاسکتا ہے جو ایک چھوٹی میز پر بہ آسانی آسکتا ہے۔ اس چھوٹے سے کمپیوٹر سے حساب کتاب سے متعلق وہ سارے کام لیے جاسکتے ہیں جو ایک انسانی دماغ کرسکتا ہے۔

آج کل جو کمپیوٹر زیادہ تر استعمال کیے جاتے ہیں وہ عددی کمپیوٹر (DIGITAL COMPUTER) کہلاتے ہیں۔ اس کے متعلق ہم ذیل میں بیان کریں گے۔

## عددی کمپیوٹر کس طرح کام کرتا ہے؟

اس کمپیوٹر کے کام کرنے کا طریقہ چونکہ اعداد پر منحصر ہے اس لیے اس کو عددی کمپیوٹر کہتے ہیں۔ اگر ہم کسی سوال کا جواب جو کمپیوٹر بتا سکتا ہے چاہتے ہیں تو سب سے پہلے اس سوال کے الفاظ کو مخصوص اعداد میں منتقل کرکے کمپیوٹر کو مہیا کرنا ہوگا۔ پھر وہ چشم زدن میں اعداد کی جوڑ باقی کی مدد سے ہی صحیح جواب بتادے گا۔ یہ جواب بھی اعداد میں ہوتا ہے جس کو مخصوص طریقہ سے الفاظ میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

اگر کمپوٹر کے اندرونی کل پرزوں کو جو اصل میں برقیاتی آلے ہوتے ہیں دیکھا جائے تو اس سے اندازہ ہوتا ہے کہ اس کے کام کرنے کا طریقہ بہت پیچیدہ ہے اور اس کا بیان کرنا اس کتاب کی حدود سے بالا تر ہے۔ لیکن اتنا سمجھ لینا چاہئے کہ بنیادی طور پر کمپیوٹر ایک ہی کام کرتا ہے یعنی "جمع کرنا" جب ہم ایک کمپیوٹر سے کہتے ہیں کہ جمع، باقی، ضرب یا تقسیم کرو تو ہر حالت میں یہ صرف جمع ہی کرتا ہے۔ لیکن اس کے جمع کرنے کا طریقہ انوکھا اور معمولی حساب کے عام اصولوں سے علیحدہ ہے۔ مثلاً اس کے ذریعہ 1 اور 1 جوڑنے پر بھی 2 نہیں بلکہ 1 ہی آئے گا۔ اصل میں اس کے کام کرنے کا طریقہ "دو عددی قاعدہ (BINARY SYSTEM) پر منحصر ہے۔ یعنی اس میں جتنے بھی اعداد

بنیں گے اس میں صرف دو ہندسے صفر اور 1 ہوگا۔ بہتر یہ ہے کہ دو عددی قاعدہ کو تھوڑا بہت سمجھ لینا چاہیے۔

## دو عددی حساب کا قاعدہ

علم حساب میں جمع، باقی کے عام اُصول جن سے ہم واقف ہیں 'عشری قاعدہ' (DENARY SYSTEM) پر منحصر ہے۔ اس میں 0 سے 9 تک 10 اعداد استعمال ہوتے ہیں۔ اگر ہم یہ طریقہ کمپیوٹر میں استعمال کریں تو اس کو لاکھوں اور کروڑوں کا حساب کتاب کرنے کے لیے 10 اعداد پر منحصر اُلٹ پھیر کرنا ہوگا جس سے اس کی مشین بہت پیچیدہ ہو جائے گی اور اس کا بنانا شاید ممکن بھی نہ ہو۔ اس لیے ایک آسان طریقہ ایجاد کیا گیا جس کو 'دو عددی قاعدہ' کہتے ہیں یعنی جس میں صرف دو ہندسے 0 اور 1 استعمال ہوتا ہے۔ دیگر اعداد کو انہیں دو ہندسوں میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ ان کو دو عددی قاعدہ میں تبدیل کرنے کے لیے 'دو عددی کوڈ' (BINARY CODE) استعمال کیا جاتا ہے۔ ذیل میں کچھ عشری قاعدہ کے اعداد، دو عددی قاعدہ کے اعداد میں تبدیل کرکے دکھائے گئے ہیں۔

| عشری عدد | دو عددی عدد | عشری عدد | دو عددی عدد |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 8 | 1000 |
| 1 | 1 | 9 | 1001 |
| 2 | 10 | 10 | 1010 |
| 3 | 11 | 11 | 1011 |
| 4 | 100 | 12 | 1100 |
| 5 | 101 | 13 | 1101 |
| 6 | 110 | 14 | 1110 |
| 7 | 111 | 15 | 1111 |

اس سے صاف ظاہر ہے کہ اس طریقہ سے ہر عشری عدد کو دو ہندسوں کے عدد میں تبدیل کیا جاسکتا ہے یعنی 0 اور 1 کی ترتیب بدلتے رہنے سے مختلف اعداد بنتے جائیں گے۔

اس دوعددی طریقہ کو کمپیوٹر میں استعمال کرنے سے بہت آسانی ہو جاتی ہے کیونکہ اس سے بڑے سے بڑے اعداد کا جمع باقی کرنے میں صرف 0 اور 1 نکالنا پڑتا ہے۔ اس طرح کمپیوٹر کی مشین کی بناوٹ میں کافی آسانی ہو جاتی ہے۔ کسی عشری عدد کو دو عددی عدد میں یا برخلاف اس کے دو عددی عدد کو عشری عدد میں تبدیل کرنے کے طریقے اس کتاب کی حدود سے بالاتر ہیں کمپیوٹر کی اہمیت کو سمجھتے ہوئے آجکل ابتدائی درجوں کے حساب کے نصاب میں بھی دوعددی قاعدے وغیرہ رکھے گئے ہیں تاکہ ابتدا ہی سے طلبا اس سے واقف ہو جائیں۔

کمپیوٹر میں 0 اور 1 کو ظاہر کرنے کے لیے کئی طریقے استعمال کیے جاسکتے ہیں مثلاً 0 کو بجلی کے بجھے ہوئے بلب سے اور 1 کو جلتے ہوئے بلب سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

کمپیوٹر میں سرکٹ کو آسان کرنے کے لیے 'بُولے کا الجبرا' استعمال کیا جاتا ہے جس کے متعلق تفصیل سے ہم ذیل میں بیان کریں گے۔

## بُولے کا الجبرا (BOOLEAN ALGEBRA)

1854ء میں جارج بُولے (GEORGE BOOLE) نے علم ریاضی اور منطق میں ایک مخصوص تعلق پیدا کرنے کی کوشش کی۔ اس وقت ماہرین ریاضی نے اس پر کوئی خاص غور نہیں کیا اور بُولے کی یہ ریسرچ کافی عرصہ تک کام میں نہ لائی جاسکی۔ لیکن 1938ء میں سی۔ ای۔ شنن (C.E.SHANNON) نے ثابت کیا کہ بُولے کا الجبرا پیچیدہ برقیاتی سرکٹوں کو آسان کرنے کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ علم ریاضی کا معمولی الجبرا برقیاتی مسائل کو حل کرنے میں کارآمد نہیں ہے۔

معمولی الجبرا کچھ حالات میں غلط نتائج فراہم کرسکتا ہے۔ مثال کے طور پر اگر ہم کہیں 1۔ بلیاں جانور ہوتی ہیں 2۔ کتے جانور ہوتے ہیں۔

اگر ہم بلیوں کو A، جانور کو B اور کتوں کو C فرض کریں تو عام الجبرے کے حساب سے حسب ذیل مساوات صحیح ہونا چاہیے۔

A = B

C = B

اس لیے A = C

یعنی بلیاں = کُتّے یا دوسرے الفاظ میں بلیاں کتّے ہوتے ہیں جو بالکل حماقت آمیز اور ناممکن نتیجہ ہے۔

اس مثال سے صاف ظاہر ہے کہ مختلف خیالات اور بیانات کو ظاہر کرنے کے لیے معمولی الجبرا استعمال کرنے سے اکثر ناممکن نتائج فراہم ہوتے ہیں۔ ان خیالات کو ظاہر کرنے کے لیے بُولے نے ایک مخصوص الجبرا معلوم کیا جسکو بُولے کا الجبرا (BOOLEAN ALGEBRA) کہتے ہیں اس الجبرے کا دارو مدار دو عددی قاعدہ پر منحصر ہے۔ بالفاظ دیگر ہم کہہ سکتے ہیں کہ کسی بھی بیان کا نتیجہ دو منطق ( LOGIC ) پر منحصر ہوگا۔ یا تو اس کا جواب 'ہاں' یا 'صحیح' میں ہوگا اور یا اس کا جواب 'نہیں' یا 'جھوٹا' ہوگا۔ علم ریاضیات میں 'ہاں' یا 'صحیح' کو منطق 1 (LOGIC 1) سے اور 'نہیں' یا 'جھوٹے' کو منطق '0' (LOGIC 0) سے ظاہر کر سکتے ہیں۔ کسی برقیاتی سرکٹ کو حل کرنے میں اگر ہم بُولے کا الجبرا استعمال کرتے ہیں تو اس کو 'منطق' (LOGIC) کہتے ہیں۔

## بُولے کے الجبرے کے بنیادی اُصول

1 - بُولے کے الجبرے کے حساب سے کسی مقدار کی دو ممکن قیمتوں میں سے صرف ایک ہی قیمت ہو سکتی ہے۔ یا تو یہ 1 ہوگی یا 0 اس کے علاوہ کوئی دوسری قیمت ممکن نہیں ہے۔

2 - بُولے کے الجبرے کے حساب سے ریاضی کے کچھ علامات معمولی الجبرے کے برخلاف مختلف معنی رکھتے ہیں۔ مثلاً

A . B کے معنی ہیں A اور B ناکہ A ضرب B

اسی طرح A+B کے معنی ہیں A یا B ناکہ A اور B

$\bar{A}$ کے معنی 'A' نہیں یا A کے برعکس

3 - بُولے کے الجبرے میں علامت '=' کے معنی برابر ہونے کے نہیں ہوتے

بلکہ یہ کسی سرکٹ میں برآمدی حصہ کے موجود ہونے کو ظاہر کرتا ہے۔

## مثبت منطق اور منفی منطق

کسی برقیاتی سرکٹ میں اگر ایک حالت میں وولٹیج زیادہ مثبت ہے تو اس کو منطق 1 سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ اس صورت میں دوسری حالت میں کم مثبت وولٹیج کو منطق 0 سے ظاہر کیا جائے گا۔ اس طرح سے منطق ظاہر کرنے کے طریقہ کو 'مثبت منطق' (POSITIVE LOGIC) کہا جاتا ہے کیونکہ دونوں حالتوں میں وولٹیج مثبت ہی رہتی ہے۔ صرف مقدار میں زیادتی اور کمی کا فرق ہے۔

اس کے برعکس اگر برقیاتی سرکٹ میں زیادہ منفی وولٹیج کو منطق 1 اور کم منفی وولٹیج کو منطق 0 سے ظاہر کیا جائے تو یہ طریقہ 'منفی منطق' (NEGATIVE LOGIC) کہا جاتا ہے۔ ان دونوں طریقوں میں سے کوئی بھی طریقہ سرکٹ کی ضروریات کے مطابق استعمال کیا جاسکتا ہے۔

## برقیاتی در (ELECTRONIC GATES)

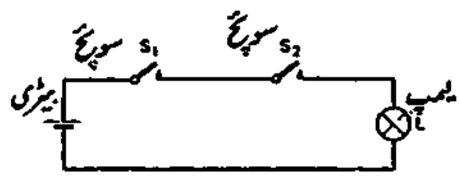
کمپیوٹر کے پیچیدہ سرکٹ میں برقیاتی در یا گیٹ کا استعمال ہوتا ہے۔ کسی منطق کے عنصر کو 'گیٹ' سے اس لیے ظاہر کیا جاتا ہے کہ یہ جب کھلا ہوتا ہے تو تمام اطلاعات اس میں سے گذر کر ظاہر ہوسکتی ہیں اور اگر گیٹ بند ہے تو کوئی بھی اطلاع اس میں سے نہ گذرنے کے باعث فراہم نہیں ہوسکتی۔

کسی برقیاتی گیٹ میں دو عددی سگنل دے کر اس کو مختلف طریقہ سے منطقی کاموں کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ عددی سرکٹوں میں مختلف طریقوں کے گیٹ استعمال کیے جاتے ہیں جن میں خاص خاص حسب ذیل ہیں جو عام طور پر استعمال ہوتے ہیں۔

1 - اینڈ گیٹ ( AND-GATE )
2 - آر گیٹ ( OR-GATE )
3 - ناٹ گیٹ ( NOT-GATE )

4۔ نینڈ گیٹ (NAND-GATE)
5۔ نار گیٹ (NOR GATE)

## 1 ۔ اینڈ گیٹ (AND GATE)




شکل 1-9
اینڈ گیٹ کو سمجھنے کے لیے لیمپ اور سوئچ کا سرکٹ

اینڈ گیٹ کو سمجھنے کے لیے شکل 1-9 میں دیئے گئے سرکٹ پر غور کریں۔ اس سرکٹ میں ایک لیمپ کو بیٹری سے دو سوئچوں کے ذریعہ جوڑا گیا ہے۔ دونوں سوئچ $S_1$ اور $S_2$ سرکٹ میں بالترتیب لگائے گئے ہیں۔ اس سرکٹ میں لیمپ جب ہی روشن ہوگا جب دونوں سوئچ بند ہوں۔ اس میں سے اگر ایک بھی سوئچ کھلا ہوگا تو لیمپ میں کرینٹ نہیں پہونچے گا اور وہ نہیں جلے گا۔ اگر ہم سوئچ کے کھلے ہونے کو منطق 0 سے اور بند ہونے کو منطق 1 سے ظاہر کریں اور اس طرح لیمپ کے روشن ہونے کو منطق 1 سے اور بجھے ہونے کو منطق 0 سے ظاہر کریں تو اس سرکٹ کے کام کرنے کے طریقہ کو حسب ذیل طریقے سے ظاہر کیا جا سکتا ہے جس کو 'سچا ٹیبل' (TRUTH TABLE) کہتے ہیں۔

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| سوئچ $S_1$ | 0 | 1 | 0 | 1 |
| سوئچ $S_2$ | 0 | 0 | 1 | 1 |
| لیمپ | 0 | 0 | 0 | 1 |

اس سے صاف ظاہر ہے کہ جب دونوں سوئچ بند ہوں گے یعنی منطق 1 میں ہوں گے تب ہی لیمپ روشن یعنی منطق 1 میں ہوگا جیسا ٹیبل کے آخری کالم میں

دکھایا گیا ہے۔ اگر کوئی بھی سوئچ کھلا یا منطق 0 میں ہوگا تو لیمپ نہیں جلے گا یعنی منطق 0 میں ہوگا جیسا ٹیبل کے بقیہ کالموں میں دکھایا گیا ہے۔ اس سرکٹ کو بولے کے الجبرے میں اس طرح ظاہر کیا جا سکتا ہے:-

$$L = S_1 \cdot S_2$$

جس کا مطلب یہ ہے کہ $S_1$ اور $S_2$ جب دونوں سوئچ بند ہوں گے تب ہی لیمپ O روشن ہوگا۔

حسب بالا مثال کی مدد سے ہم اینڈ گیٹ کو آسانی سے سمجھ سکتے ہیں۔ اینڈ گیٹ ایک ایسا برقیاتی سرکٹ ہے جس میں دو یا دو سے زیادہ درآمدی حصّے اور ایک برآمدی حصّہ ہوتا ہے۔ برآمدی حصّہ منطق - 1 پر جب ہی ہوگا جب گیٹ کے تمام درآمدی حصّے منطق 1 پر ہوں۔ اگر اس میں سے کوئی بھی منطق 0 پر ہوگا تو برآمدی حصّہ منطق 0 پر ہی ہوگا۔

اینڈ گیٹ کی علامت شکل 2-9 میں دکھائی گئی ہے۔ اسی کے ساتھ اینڈ گیٹ

علامت
Symbol

| | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 0 | 1 | 1 |
| B | 0 | 1 | 0 | 1 |
| C | 0 | 0 | 0 | 1 |

سچا ٹیبل Truth Table

شکل 9.2

اینڈ گیٹ کی علامت اور اس کا سچا ٹیبل

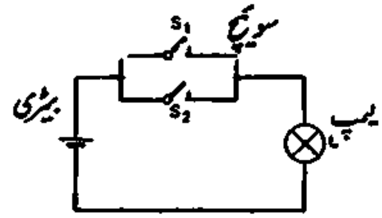
کا سچا ٹیبل بھی دکھایا گیا ہے جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اس گیٹ میں جب دونوں درآمدی حصّے A اور B منطق 1 میں ہوں گے تب ہی برآمدی حصّہ C منطق 1 میں ہوگا دوسری صورتوں میں C منطق 0 پر ہی ہوگا۔

مثال کے طور پر اگر ہم ایک اینڈ گیٹ کے دو درآمدی حصّوں میں 5 + وولٹ اور 0 وولٹ دے سکتے ہیں تو برآمدی حصّہ میں 5 + وولٹ صرف اسی حالت میں حاصل ہوگا جب دونوں درآمدی حصّوں میں 5 + وولٹ دیا گیا

ہو۔ برخلاف اس کے اگر ایک درآمدی حصہ میں 5 + وولٹ اور دوسرے درآمدی حصہ میں 0 وولٹ دیں تو برآمدی حصہ میں 0 وولٹ ہی حاصل ہوگا۔

## 2۔ آر گیٹ (OR GATE)

آر گیٹ کو سمجھنے کے لیے ہم شکل 3-9 کے سرکٹ پر غور کریں گے۔




شکل 3-9

آر گیٹ کو سمجھنے کے لیے لیمپ اور سوئچ کا سرکٹ

اس سرکٹ میں دو سوئچ $S_1$ اور $S_2$ متوازی (PARALLEL) لگائے گئے ہیں۔ اگر ان دونوں سوئچوں میں سے کوئی ایک بھی سوئچ بند ہو تو لیمپ جلنے لگے گا۔ اگر دونوں سوئچ کھلے ہوں تو اس حالت میں لیمپ نہیں جلے گا۔ اگر ہم شکل 1-9 میں دیئے گئے سرکٹ کی منطق اس سرکٹ میں بھی استعمال کریں تو اس کا سچائی ٹیبل (TRUTH TABLE) حسب ذیل ہوگا:۔

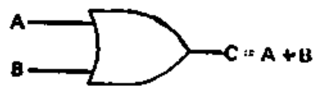
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| سوئچ $S_1$ | 0 | 1 | 0 | 1 |
| سوئچ $S_2$ | 0 | 0 | 1 | 1 |
| لیمپ | 0 | 1 | 1 | 1 |

اس ٹیبل سے صاف ظاہر ہے کہ لیمپ منطق 0 پر جب ہی ہوگا جب دونوں سوئچ $S_1$ اور $S_2$ منطق 0 پر ہوں۔ بقیہ حالتوں میں لیمپ منطق 1 پر ہی ہوگا یعنی یہ جلے گا۔

بُولے کے الجبرے میں اس کو اس طرح ظاہر کیا جائے گا۔

$$L = S_1 + S_2$$

آرگیٹ کی علامت مع اس کے سچے ٹیبل کے شکل 4-9 میں دکھائی گئی ہے
اس ٹیبل سے صاف ظاہر ہے کہ آرگیٹ میں اس کے درآمدی حصّے A اور B میں سے کوئی




علامت
Symbol

| | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 0 | 1 | 1 |
| B | 0 | 1 | 0 | 1 |
| C | 0 | 1 | 1 | 1 |

سچا ٹیبل Truth Table

شکل 4-9

آرگیٹ کی علامت مع اس کے سچے ٹیبل کے

بھی اگر منطق 1 پر ہوگا تو اس گیٹ کا برآمدی حصّہ C بھی منطق 1 پر ہی ہوگا۔ آرگیٹ کے کئی ایک درآمدی حصّے ہوسکتے ہیں۔ اگر سب ہی درآمدی حصّے منطق 0 پر ہونگے تب ہی برآمدی حصّہ بھی منطق 0 پر ہوگا۔

## 3 ۔ ناٹ گیٹ (NOT GATE)

ناٹ گیٹ کسی بیان کو برعکس کردیتا ہے۔ اس گیٹ کو استعمال کرنے سے جو

| | 0 | 1 |
|---|---|---|
| A | 0 | 1 |
| B | 1 | 0 |

(a) Truth Table سچا ٹیبل

(b) Symbols علامت

شکل 5-9

(a) ۔ برعکس ایمپلیفائر کا سچا ٹیبل

(b) ۔ برعکس ایمپلیفائر کی علامت

منطق کسی سرکٹ کے درآمدی حصہ میں دی جائے وہ برآمدی حصہ میں برعکس ہو جاتی ہے مثلاً درآمدی حصہ اگر منطق 1 پر ہے تو برآمدی حصہ منطق 0 پر ہوگا۔

شکل (a) 5-9 میں جو سچا ٹیبل دکھایا گیا ہے اس سے ظاہر ہے کہ اگر درآمدی حصہ A منطق 0 پر ہے تو برآمدی حصہ B اس کے برعکس منطق 1 پر ہوگا۔ اسی طرح اگر A منطق 1 پر ہے تو B منطق 0 پر ہوگا۔

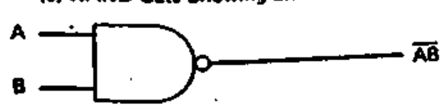
کسی ایمپلیفائیر کے درآمدی یا برآمدی حصہ میں اگر برعکس وولٹیج دی جاتی ہے تو اس کو ایک چھوٹے سے دائرہ کی علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے جیسا کہ شکل (b) 5-9 میں دکھایا گیا ہے۔

کسی گیٹ کا ناٹ گیٹ اس کا برعکس ہوتا ہے۔ کسی گیٹ کی علامت میں اگر ہم ایک چھوٹا سا دائرہ لگا دیں تو وہ ناٹ گیٹ کو ظاہر کرتا ہے۔

## 4 - نینڈ گیٹ ( NAND GATE )

اگر ہم ایک اینڈ گیٹ ( AND GATE ) کے ساتھ برعکس یعنی ناٹ گیٹ ( NOT-GATE ) لگا دیں تو وہ AND اور NOT سے ملا ہوا نینڈ گیٹ (NAND GATE) بن جاتا ہے۔ نینڈ گیٹ کی خصوصیت یہ ہے کہ یہ اینڈ گیٹ اور آر گیٹ

(a) NAND Gate Showing External Inverter




(b) NAND Gate, Internal Inverter

| | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 0 | 1 | 1 |
| B | 0 | 1 | 0 | 1 |
| AB | 0 | 0 | 0 | 1 |
| $\overline{AB}$ | 1 | 1 | 1 | 0 |

(c) Truth Table

شکل 6-9

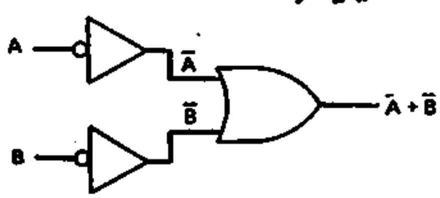
(a) نینڈ گیٹ کو اس کے باہری برعکس سرکٹ کے ساتھ دکھایا گیا ہے نینڈ گیٹ اینڈ گیٹ کی طرح

(b) نینڈ گیٹ اپنے اندرونی برعکس سرکٹ کے ساتھ

(c) سچا ٹیبل، (علامت)

دونوں کی طرح کام کرسکتا ہے۔ اگر ہم کسی اینڈ گیٹ کے برآمدی حصہ میں ایک ناٹ گیٹ لگادیں تو یہ نینڈ گیٹ ایک اینڈ گیٹ کی طرح کام کرتا ہے جیسا شکل 9-6 میں مع اس کے سچے ٹیبل کے ساتھ دکھایا گیا ہے۔ اس ٹیبل سے صاف ظاہر ہے کہ نینڈ گیٹ ایک اینڈ گیٹ کی طرح کام کرسکتا ہے۔ صرف اس کے برآمدی حصہ میں منطق برعکس ہوجاتی ہے۔

اگر ہم کسی آر گیٹ کے درآمدی حصوں میں برعکس سرکٹ یعنی ناٹ گیٹ لگادیں تو اس صورت میں یہ نینڈ گیٹ ایک آر گیٹ کی طرح کام کرے گا جیسا کہ شکل 9-7 میں مع اس کے سچے ٹیبل کے ساتھ دکھایا گیا ہے۔




(a) NAND Gate With External Inverters

(b) علامت

| | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 0 | 1 | 1 |
| B | 0 | 1 | 0 | 1 |
| $\bar{A}$ | 1 | 1 | 0 | 0 |
| $\bar{B}$ | 1 | 0 | 1 | 0 |
| $\bar{A} + \bar{B}$ | 1 | 1 | 1 | 0 |

سچا ٹیبل (c) Truth Table

شکل 9-7

نینڈ گیٹ کو آر گیٹ کی طرح استعمال کیا گیا ہے

(a) نینڈ گیٹ کے درآمدی حصوں میں بیرونی برعکس سرکٹ لگائے گئے ہیں۔

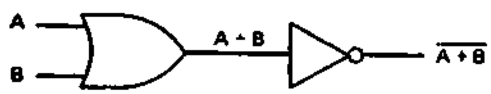
(b) نینڈ گیٹ کے درآمدی حصوں میں اندرونی برعکس سرکٹ۔ یہی علامت ہے۔

(c) سچا ٹیبل۔

اس ٹیبل سے صاف ظاہر ہے کہ نینڈ گیٹ کو ایک آر گیٹ کی طرح کام میں لایا جاسکتا ہے۔

کیونکہ ایک نینڈ گیٹ کو اینڈ گیٹ اور آر گیٹ دونوں طرح سے کام میں لایا جاسکتا ہے اس لیے اس کو ہمہ گیر گیٹ ( UNIVERSAL GATE ) کہتے ہیں۔

# 5 - نار گیٹ (NOR GATE)




(a) NOR Gate Showing External Inverter

(b) NOR Gate, Internal Inverter علامت

| | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 0 | 1 | 1 |
| B | 0 | 1 | 0 | 1 |
| A + B | 0 | 1 | 1 | 1 |
| $\overline{A+B}$ | 1 | 0 | 0 | 0 |

(c) Truth Table

سچا ٹیبل

شکل 8-9

نار گیٹ کو آر گیٹ کی طرح استعمال کیا گیا ہے۔

(a) نار گیٹ کو بیرونی برعکس سرکٹ کے ساتھ دکھایا گیا ہے۔

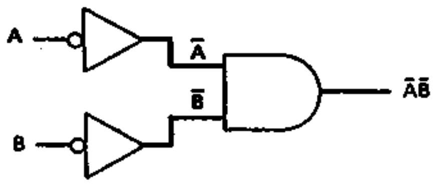
(b) نار گیٹ کو اندرونی برعکس سرکٹ کے ساتھ دکھایا گیا ہے۔ یہی اس کی علامت ہے۔

(c) نار گیٹ کا سچا ٹیبل۔

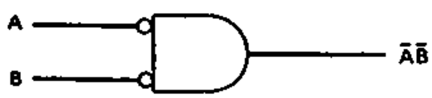
اگر ہم کسی آر گیٹ کے برآمدی حصّہ میں ایک برعکس سرکٹ یعنی ناٹ گیٹ لگا دیں تو یہ نار گیٹ (NOR-GATE) بن جاتا ہے جو ایک آر گیٹ کی طرح کام کرتا ہے جیسا شکل 8-9 میں مع اس کے سچے ٹیبل کے ساتھ دکھایا گیا ہے۔ نار گیٹ کو جس علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے وہ شکل (b) 8-9 میں دکھائی گئی ہے۔ اس کے سچے ٹیبل سے صاف ظاہر ہے کہ یہ نار گیٹ ایک آر گیٹ کی طرح کام کر سکتا ہے۔

اس طرح اگر ہم کسی اینڈ گیٹ کے درآمدی حصّوں میں برعکس سرکٹ یعنی ناٹ گیٹ لگا دیں تو یہ نار گیٹ ایک اینڈ گیٹ کی طرح کام کرتا ہے جیسا شکل 9-9 میں دکھایا گیا ہے۔

اس کے سچے ٹیبل سے صاف ظاہر ہے کہ نار گیٹ ایک اینڈ گیٹ کی طرح بھی کام کر سکتا ہے۔




(a) NOR Gate Showing External Inverters




(h) NOR Gate With Internal Inverters علامت

| | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 0 | 1 | 1 |
| B | 0 | 1 | 0 | 1 |
| $\bar{A}$ | 1 | 1 | 0 | 0 |
| $\bar{B}$ | 1 | 0 | 1 | 0 |
| $\bar{A}\bar{B}$ | 1 | 0 | 0 | 0 |

(c) Truth Table
سچا ٹیبل

شکل 9-9

نارگیٹ کو اینڈ گیٹ کی طرح استعمال کیا گیا ہے۔

(a) نارگیٹ کے درآمدی حصوں میں برعکس سرکٹ دکھائے گئے ہیں۔

(b) نارگیٹ کی علامت۔

(c) سچا ٹیبل۔

## منطقی سرکٹ (LOG!C CikCDIT)

ہم نے ابھی تک مختلف طریقوں کے گیٹوں کے بارے میں بیان کیا ہے۔ اب سوال یہ ہے کہ گیٹ بنتے کیسے ہیں۔ مختلف طریقوں کے گیٹ بنانے کے لیے ڈائی اوڈ ٹرانسسٹر اور مزاحمتوں کا استعمال ہوتا ہے۔ جب ایک یا ایک سے زیادہ گیٹ ملا کر کوئی آئی سی سرکٹ اس طرح بنایا جاتا ہے جس سے مختلف منطقی کام لیے جاتے ہیں اس کو منطقی سرکٹ (LOGIC CIRCUIT) کہتے ہیں۔ آئی سی بنانے والوں نے طرح طرح کے منطقی سرکٹ بنائے ہیں جس میں سے خاص خاص حسب ذیل ہیں جو عموماً استعمال کیے جاتے ہیں۔

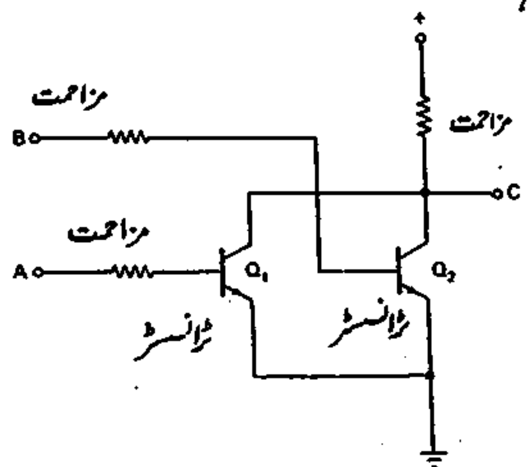
1۔ مزاحمت، ٹرانسسٹر منطق (RESISTOR TRANSIS TOR LOGIC-RTL)

2۔ ڈائی اوڈ، ٹرانسسٹر منطق (DIODE-TRANSISTOR LOGIC-DTL)

3۔ ٹرانسسٹر، ٹرانسسٹر منطق TRANSISICR-TRANSISTOR LOGIC-TTL

# مزاحمت ، ٹرانسسٹر منطق (RTL)

مزاحمت ، ٹرانسسٹر منطق (RTL) سب سے پہلا منطقی سرکٹ ہے جو آئی سی کی شکل میں بنایا گیا۔ RTL سرکٹ بہت سی مزاحمتوں اور ٹرانسسٹروں سے مل کر بنایا جاتا ہے۔ عموماً اس میں مزاحمتوں کی تعداد ٹرانسسٹر سے زیادہ ہوتی ہے۔ شکل 9-10 میں ایک RTL سرکٹ دکھایا گیا ہے۔




شکل 9-10
RTL سرکٹ

اس سرکٹ میں مزاحمتیں آر گیٹ کا کام کرتی ہیں اور ٹرانسسٹر ناٹ گیٹ کا کام کرتے ہیں۔ اس طرح پورا سرکٹ ایک نار گیٹ کا کام کرتا ہے۔ اگر در آمدی حصہ A یا B منطق 1 یعنی زیادہ مثبت وولٹیج پر ہیں تو ٹرانسسٹر $Q_1$ یا $Q_2$ کے ذریعہ کرینٹ بہے گا اور برآمدی حصہ c کم وولٹیج یعنی منطق 0 پر ہو جائے گا۔

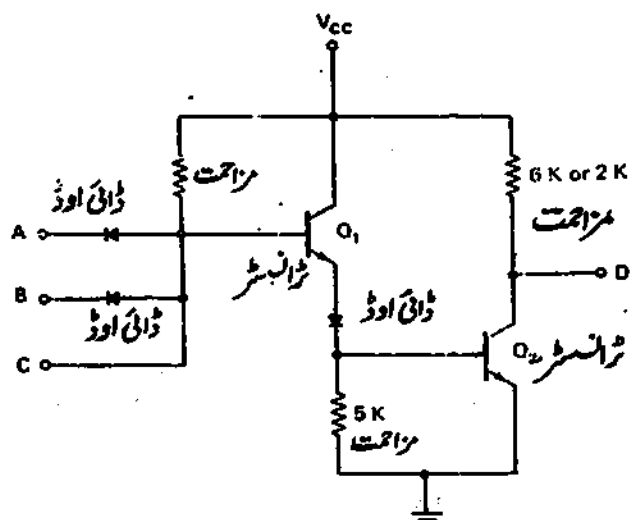
اگر A اور B دونوں منطق 0 یعنی کم وولٹیج پر ہیں تو ٹرانسسٹروں میں سے کرینٹ نہیں بہے گا اور اس طرح برآمدی حصہ c منطق 1 پر ہوگا کیونکہ پوری مثبت وولٹیج اس پر پہونچ جائے گی۔ اس سے ظاہر ہے کہ مزاحمتوں اور ٹرانسسٹر کے

ذریعہ ایک نارگیٹ بنایا جا سکتا ہے۔

## ڈائی اوڈ ٹرانسسٹر منطق

## ( DIODE TRANSISTOR LOGIC DTL )

RTL سرکٹ میں ایک خرابی یہ ہے کہ اس میں مزاحمتوں کا استعمال زیادہ ہوتا ہے جو ایک آئی۔سی کے لیے بہتر نہیں ہے۔ اس لیے ایک دوسرا کارآمد سرکٹ جس کو ڈائی اوڈ ٹرانسسٹر منطق یعنی DTL کہتے ہیں بنایا گیا ہے۔ اس میں ڈائی اوڈ اور ٹرانسسٹر کا استعمال ہوتا ہے۔ شکل 11-9 میں ایک DTL نینڈ گیٹ دکھایا گیا ہے۔ اس میں ڈائی اوڈ گیٹ کے درآمدی حصّوں کا کام کرتے ہیں۔




شکل 11-9

DTL نینڈ گیٹ سرکٹ

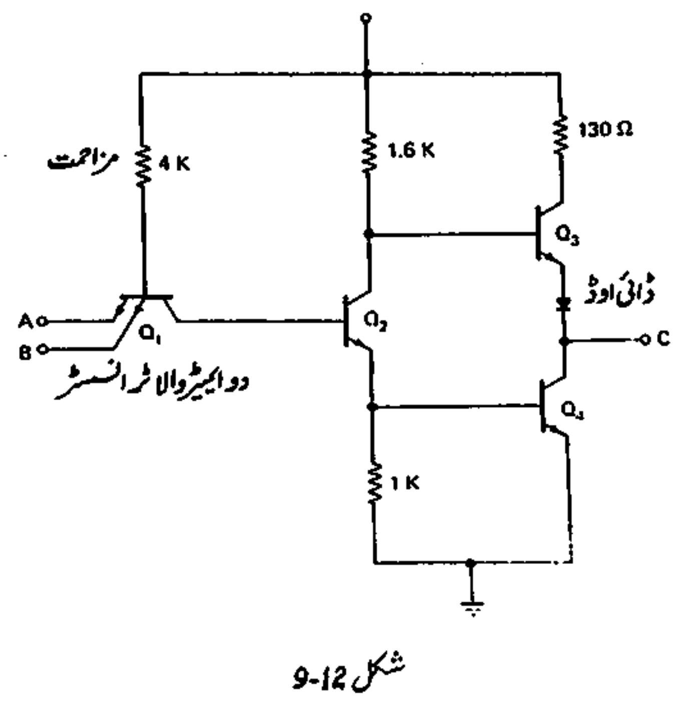
اگر درآمدی حصّہ A ، منطق 0 پر ہے تو ٹرانسسٹر Q1 میں سے کوئی کرینٹ نہیں بہے گا۔ جب Q1 میں کوئی کرینٹ نہیں بہے گا تو ٹرانسسٹر Q2 میں سے بھی کرینٹ نہیں بہے گا اور اس طرح برآمدی حصّہ D پر پوری مثبت وولٹیج پہونچ جائے گی جو اس کو منطق 1 پر کردے گی جو درآمدی حصّہ A کی برعکس منطق ہے۔ اگر A پر منطق

L دی جائے تو $Q_1$ اور $Q_2$ دونوں میں سے کرینٹ بہے گا اور D پر تقریباً صفر وولٹیج ہو جائے گی جو اس کو منطق 0 پر کر دے گی۔ یہی عمل درآمدی حصہ B کے ذریعہ بھی ہو گا اس طرح یہ DTL سرکٹ ایک نینڈ گیٹ کا کام کرتا ہے۔ سرکٹ میں C ایک زائد درآمدی حصہ دکھایا گیا ہے جو ضرورت پڑنے پر استعمال کیا جا سکتا ہے۔

## ٹرانسسٹر۔ٹرانسسٹر منطق

## (TRANSISTOR-TRANSISTOR LOGIE.TTL)

DTL سے زیادہ بہتر اور کارآمد ایک دوسرا منطق سرکٹ بنایا گیا ہے جس کو ٹرانسسٹر ٹرانسسٹر منطق یعنی TTL کہتے ہیں۔ اس کے درآمدی حصہ میں ڈائی اوڈ کی جگہ ایک سے زیادہ ایمیٹر والا ٹرانسسٹر استعمال کیا جاتا ہے۔ شکل 9-12 میں ایک TTL نینڈ گیٹ دکھایا گیا ہے۔




شکل 9-12

TTL نینڈ گیٹ سرکٹ

شکل میں $Q_1$ اور ایمیٹر والا ٹرانسسٹر استعمال کیا گیا ہے۔ ایک سے زیادہ ایمیٹر کا ٹرانسسٹر آئی۔سی میں بہ آسانی بنایا جاسکتا ہے۔ اس ٹرانسسٹر کے ایمیٹروں میں درآمدی وولٹیج دی جاتی ہے۔ جیسا کہ سرکٹ میں A اور B سے دکھایا گیا ہے۔

اگر A اور B دونوں منطق 1 پر ہیں تو ٹرانسسٹر $Q_1$ میں ایمیٹر کرینٹ نہیں بہے گا لیکن کلیکٹر کرینٹ کے بہنے کی وجہ سے ٹرانسسٹر $Q_2$ کو بیس کرینٹ مل جائے گا اور اس میں کرینٹ بہنے لگے گا۔ اس کی وجہ سے ٹرانسسٹر $Q_4$ کو بیس کرینٹ ملے گا اور اس میں بھی کرینٹ بہے گا۔ لیکن $Q_2$ کا کلیکٹر کرینٹ کم ہو جانے کی وجہ سے ٹرانسسٹر $Q_3$ کو بیس کرینٹ بہت کم ملے گا اور $Q_3$ میں سے کرینٹ نہیں بہے گا۔ اس طرح اس حالت میں ٹرانسسٹر $Q_3$ میں کرینٹ نہیں بہے گا جبکہ ٹرانسسٹر $Q_4$ میں بہے گا۔ اس صورت میں سرکٹ کے برآمدی حصہ C پر صفر وولٹیج ہوگی یعنی یہ منطق 0 پر ہوگا جو درآمدی حصہ میں دی گئی منطق 1 کا برعکس ہے۔

اگر A اور B دونوں پر یا اس میں سے کسی ایک پر منطق 0 دی جائے تو $Q_1$ میں بیس، ایمیٹر کرینٹ بہے گا اور $Q_2$ کو بیس کرینٹ نہیں ملے گا جس کی وجہ سے $Q_2$ میں کرینٹ نہیں بہے گا۔ جب $Q_2$ میں کرینٹ نہیں بہے گا تو $Q_4$ کو بیس کرینٹ نہیں ملے گا اور اس میں بھی کرینٹ نہیں بہہ سکے گا لیکن اس صورت میں $Q_3$ کو بیس کرینٹ مل جائے گا اور اس میں سے کرینٹ بہنے لگے گا۔ اس طرح $Q_3$ میں کرینٹ بہے گا اور $Q_4$ میں کرینٹ نہیں بہے گا۔ اس حالت میں سرکٹ کے برآمدی حصہ C پر زیادہ مثبت وولٹیج ہوگی اور وہ منطق 1 پر ہو جائے گا جو درآمدی حصہ A اور B پر دی گئی منطق 0 کے برعکس ہے۔ اس طرح یہ TTL سرکٹ نینڈ گیٹ کی طرح کام کرے گا۔

TTL دیگر منطقی سرکٹوں کے مقابلہ میں بہت کارآمد ہے اس لیے یہ زیادہ تر استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ سرکٹ مختلف قوتوں ( POWERS ) کا بنایا جاتا ہے۔

## باب 10

# ٹرانسسٹر میں خرابیاں، ان کی جانچ اور استعمال میں احتیاط

ٹرانسسٹر دیکھنے میں بہت چھوٹا ہے پھر بھی ریڈیو کے والو (VALVE) کے مقابلہ میں جسمانی حیثیت سے کافی مضبوط اور دیرپا ہوتا ہے۔ جہاں تک بیرونی ارتعاش کا تعلق ہے ایک ٹرانسسٹر ریڈیو والو کے مقابلہ میں تیس سے چالیس گنا تک اس کا اثر برداشت کر سکتا ہے پھر بھی ٹرانسسٹر کی اندرونی بناوٹ ایسی ہے کہ اس میں کچھ خرابیاں پیدا ہو سکتی ہیں۔ اگر ٹرانسسٹر کو احتیاط سے استعمال نہ کیا جائے جس کا ذکر بعد میں آئے گا تو یہ خرابیاں پیدا ہونے کے امکانات زیادہ ہیں۔

## ٹرانسسٹر کی عام خرابیاں

ٹرانسسٹر میں عام طور پر حسب ذیل خرابیاں پیدا ہو جاتی ہیں :۔

1- ٹرانسسٹر میں اندر سے اس کے برقی سرے (ELECTRODES) زیادہ کرنٹ گذرنے کی وجہ سے اپنے جوڑ پر کھل جاتے ہیں جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ ٹرانسسٹر میں تین سرے ہوتے ہیں جو اس کے بیس، ایمیٹر اور کلیکٹر سے علیحدہ علیحدہ جڑے ہوتے ہیں۔ اگر ان میں سے ایک سرا بھی اپنے جوڑ سے کھل جائے گا تو ٹرانسسٹر کام نہیں کرے گا۔

2- ٹرانسسٹر میں کبھی کبھی اندر سے برقی سرے آپس میں تقریباً جڑ جاتے ہیں۔ اس کی وجہ سے ان کے درمیان بہنے والا لیکیج کرینٹ LEAKAGE CURRENT زیادہ مقدار میں بہنے لگتا ہے۔ لیکیج کرینٹ وہ کرینٹ ہے جو ٹرانسسٹر میں اس کے قلیتی

برق بردار (MINORITY CARRIERS) کے ایک خطے سے دوسرے خطہ میں حرکت کرنے سے پیدا ہوتا ہے۔ تھوڑا بہت لیکج کرینٹ ہر ٹرانسسٹر میں ہوتا ہے جو بیرونی درجہ حرارت اور ٹرانسسٹر کی قسم اور ساخت پر منحصر ہے۔ لیکج کرینٹ زیادہ بہنے سے ٹرانسسٹر خراب ہو جاتا ہے۔ کبھی کبھی ٹرانسسٹر کے اندرونی برقی سرے آپس میں بالکل نہیں جڑتے ہیں پھر بھی ان کی آپسی مزاحمت اتنی کم ہو جاتی ہے کہ وہ تقریباً جڑے جیسے ہوتے ہیں اور اس وجہ سے زیادہ لیکج کرینٹ بہنے کے امکان ہیں۔

3۔ ٹرانسسٹر کے زیادہ استعمال یا اس میں کوئی اندرونی خرابی ہونے کی وجہ سے اس کا گین (GAIN) کم ہو جاتا ہے۔ گین کم ہو جانے سے بھی ٹرانسسٹر کام کرنے کے لائق نہیں رہتا ہے۔

## ٹرانسسٹر میں کبھی کبھی ہونے والی خرابیاں

حسب بالا خرابیوں کے علاوہ جو کسی ٹرانسسٹر میں عام طور پر ہو جاتی ہیں۔ کچھ خرابیاں ایسی بھی ہیں جو کبھی کبھی پیدا ہو سکتی ہیں۔ یہ خرابیاں حسب ذیل ہیں۔

1۔ کبھی کبھی ٹرانسسٹر کا گین اپنے آپ بڑھ جاتا ہے جس کی وجہ سے وہ سرکٹ جس میں اس کا گین ایک خاص مقدار سے نہ بڑھنا چاہئے دیگر خرابیاں پیدا کر دیتا ہے اس لیے ایسے سرکٹ میں اس طرح کا ٹرانسسٹر کام نہیں کر سکتا اور اس کو بدلنا ہوگا۔

2۔ ٹرانسسٹر کا اندرونی شور (NOISE) بڑھ سکتا ہے۔ ہر ایک ٹرانسسٹر میں کچھ نہ کچھ اندرونی شور ہوتا ہے جو ایک حد تک تو قابلِ برداشت ہے لیکن اگر کسی وجہ سے یہ شور کافی بڑھ جائے تو پھر یہ ٹرانسسٹر قابلِ استعمال نہیں رہتا۔ ہر ٹرانسسٹر کی کچھ خصوصیات ہوتی ہیں جس کی حدود میں وہ صحیح طریقے پر کام کرتا ہے۔ کبھی کبھی کسی اندرونی وجہ سے یہ خصوصیات کافی حد تک بدل جاتی ہیں۔ اس لیے جب تک اس کے مطابق بائیس کرینٹ نہ بدلا جائے یہ ٹرانسسٹر سرکٹ میں استعمال کے قابل نہیں رہتا۔

ٹرانسسٹر میں حسب بالا خرابیاں پیدا ہو جانے کی وجہ سے سرکٹ کے

کام کرنے میں مختلف شکایات پیدا ہوجاتی ہیں۔ مثلاً کسی ٹرانسسٹر ریڈیو میں اگر کوئی ٹرانسسٹر رسنے والا (LEAKY) ہوجائے یعنی اس میں اندرونی کرینٹ زیادہ بہنے لگے تو ریڈیو سے بھرائی ہوئی آواز (DISTORTED SOUND) نکلے گی۔ اس کا گین کم ہوجائے گا اور بیٹری بھی کم عرصہ تک چلے گی۔

اسی طرح کسی سرکٹ میں اگر کوئی ٹرانسسٹر شارٹ (SHORT) ہوجائے یعنی اس کے اندرونی برقی سرے آپس میں جڑ جائیں تو وہ سرکٹ کام کرنا بند کردیگا اس کے علاوہ اس کا کوئی نہ کوئی جزو جل جائے گا۔ اکثر کسی ٹرانسسٹر سرکٹ کا گین کم ہونے کی وجہ سے اس میں استعمال ہونے والے ٹرانسسٹروں میں کوئی خرابی ممکن ہے مثلاً ٹرانسسٹر کا (LEAKY) ہونا۔

# ٹرانسسٹر کی جانچ

جیسا ہم اوپر بیان کرچکے ہیں کہ ٹرانسسٹر اکثر خراب ہوجاتے ہیں۔ ظاہر ہے یہ پتہ چلانے کے لیے کہ کوئی ٹرانسسٹر اچھا ہے یا خراب اور اگر خراب ہے تو اس میں کیا خرابی ہے اس کی صحیح طور پر جانچ کرنا پڑتی ہے کیسی ٹرانسسٹر کی جانچ کرنے کے لیے بہت سے برقیاتی آلے بنائے گئے ہیں جو عموماً لیبوریٹری میں استعمال ہوتے ہیں لیکن یہ کافی مہنگے ہوتے ہیں۔ اس کے علاوہ ان کا استعمال دشوار کُن ہے۔ اس لیے ٹرانسسٹر ریڈیو یا کوئی دوسرا ٹرانسسٹر سرکٹ ٹھیک کرنے والے ایک عام انسان کے لیے یہ ممکن نہیں ہے اور کچھ حد تک ضروری بھی نہیں ہے کہ یہ قیمتی برقیاتی ٹرانسسٹر جانچ کرنے والے آلے اپنے پاس رکھے۔ بغیر ان قیمتی آلات کے بھی بہت حد تک کام چل سکتا ہے۔ اس لیے ٹرانسسٹر کی جانچ کرنے کے لیے ہم ذیل میں صرف ان طریقوں کو ہی بیان کریں گے جس میں سستے اور عام طور پر استعمال ہونے والے آلات کی مدد لی جاسکتی ہے۔

# تبادلہ کے طریقہ پر ٹرانسسٹر کی جانچ

ٹرانسسٹر کی جانچ کرنے کا سب سے آسان 'تبادلہ کا طریقہ' ہے۔ اس طریقہ میں

اگر کسی سرکٹ میں کوئی ٹرانسسٹر خراب معلوم ہوتا ہے تو اس کو نکال کر اس کی جگہ اسی طرح کا دوسرا نیا ٹرانسسٹر لگا کر دیکھا جاتا ہے۔ اگر ٹرانسسٹر کے تبدیل کرنے سے خرابی دُور ہو جاتی ہے تو اس کا مطلب یہ ہے کہ پہلے والا ٹرانسسٹر خراب ہے۔ اس طریقہ میں سب سے بڑی دو دشواریاں ہیں۔ پہلی تو یہ کہ مشکوک ٹرانسسٹر کو سرکٹ سے کبھی کبھی علیحدہ کرنا بہت مشکل ہو جاتا ہے۔ ایسا کرنے سے سرکٹ کے دوسرے اجزأ میں کبھی کبھی خرابی ہونے کے امکانات ہو جاتے ہیں۔ دوسری دشواری یہ ہے کہ اسٹور میں ہر ٹرانسسٹر کا بدل موجود ہونا چاہیے جو ممکن نہیں اور اگر ممکن بھی ہو تو بہت مہنگا پڑے گا۔ اس لیے عام طور پر یہ تبادلہ کا طریقہ آسان ہونے کے باوجود بھی استعمال کم کیا جاتا ہے۔

## 2- اوم میٹر (OHM METER) کے ذریعہ ٹرانسسٹر کی جانچ

ٹرانسسٹر کی بہت کچھ خرابی اوم میٹر کے ذریعہ معلوم کی جا سکتی ہے۔ یہ ایک ایسا برقی آلہ ہے جس کے ذریعہ سے سرکٹ کے کسی جزُ کی مزاحمت معلوم کی جا سکتی ہے۔ اگر سرکٹ کے دو حصے آپس میں 'شارٹ' یعنی جڑے ہوں گے تو اس کی مزاحمت تقریباً صفر ہوگی اور اگر وہ ایک دوسرے سے کھلے ہوں گے تو ان کی مزاحمت بہت زیادہ ہوگی۔ یہ ایک ایسا آلہ ہے جو نسبتاً سستا ہے اور تقریباً ہر برقی کام کرنے والے کے پاس ہوتا ہے۔ اس میں عموماً 1.5 وولٹ کی بیٹری ہوتی ہے۔ اوم میٹر کی مدد سے ٹرانسسٹر کی عام خرابیاں حسب ذیل طریقوں سے معلوم کی جا سکتی ہے۔

### (a) اوم میٹر کے ذریعہ ٹرانسسٹر کے کھلے ہوئے برقی سروں کی جانچ

ٹرانسسٹر کے کھلے ہوئے سروں کی جانچ دونوں طریقوں سے ہو سکتی ہے یعنی ٹرانسسٹر کے سرکٹ سے باہر ہونے پر یا ٹرانسسٹر کے سرکٹ میں لگے رہنے پر۔ اگر ٹرانسسٹر سرکٹ سے علیحدہ ہے تو اس کی جانچ کرنے کے لیے حسب ذیل طریقہ استعمال کیا جانا چاہئے۔

اوم میٹر میں عموماً تین پیمائش (SCALES) ہوتے ہیں جن پر رکھ کر کسی سرکٹ کی مزاحمت معلوم کی جاتی ہے۔ R X1، Rx100 اور R x10,000 اوم۔ کم طاقت کے ٹرانسسٹر جو عموماً ٹرانسسٹر ریڈیو کے R.F یا I.F حصوں میں

استعمال ہوتے ہیں ان کی جانچ کرنے کے لیے اوم میٹر کو RX 100 اوم کے اسکیل پر رکھنا چاہیے۔ زیادہ طاقت کے ٹرانسسٹر جو اکثر ریڈیو کے آخری آڈیو حصہ (AUDIO STAGE) میں استعمال ہوتے ہیں ان کی جانچ کے لیے اوم میٹر کو RX10,000 یا اس کے اسکیل پر رکھنا چاہیے۔

ٹرانسسٹر کی جانچ کرنے کے لیے اوم میٹر کے جانچ کرنے والے سروں کو مشکوک ٹرانسسٹر کے بیس اور ایمیٹر سے جوڑا جاتا ہے۔ سروں کو جوڑنے کے بعد ایمیٹر اور بیس کے درمیان کی مزاحمت کو پڑھ لیا جاتا ہے۔ پھر اوم میٹر کے سروں کو بدل دیا جاتا ہے یعنی ایمیٹر والا سرا بیس پر اور بیس والا سرا ایمیٹر پر لگا دیا جاتا ہے۔ اس صورت میں بھی ایمیٹر بیس کے درمیان کی مزاحمت پڑھ لی جاتی ہے۔ اگر ٹرانسسٹر ٹھیک ہے تو اس میں سے ایک مزاحمت دوسری مزاحمت سے بہت زیادہ ہوگی۔ اگر دونوں حالتوں کی مزاحمتیں زیادہ ملتی ہیں تو اس کا مطلب یہ ہے کہ ان میں سے یا تو ایمیٹر یا بیس سے جڑا ہوا برقی سرا اپنے جوڑ سے کھل گیا ہے۔

اسی طرح بیس اور کلیکٹر کے درمیان کی مزاحمتیں بھی اوم میٹر کے ذریعہ معلوم کی جا سکتی ہیں۔ اگر برعکس مزاحمت، فارورڈ مزاحمت سے بہت زیادہ ہے تو ٹرانسسٹر ٹھیک ہے۔ برخلاف اس کے اگر دونوں مزاحمتیں بہت زیادہ ملتی ہیں تو اس کا مطلب یہ ہوا کہ کلیکٹر یا بیس کا برقی سرا اپنے جوڑ سے کھل گیا ہے اور اس حالت میں بھی ٹرانسسٹر خراب مانا جائے گا۔

اس سلسلہ میں یہ یاد رکھنا چاہیے کہ کم طاقت کے ٹرانسسٹروں کی برعکس مزاحمت بہت زیادہ ہوتی ہے جبکہ زیادہ طاقت کے ٹرانسسٹروں کی اس کے مقابلہ میں کم ہوتی ہے۔ جرمینیم کے ٹرانسسٹر کی فارورڈ مزاحمت تقریباً 500 اوم اور سلیکان کے ٹرانسسٹر کی تقریباً 1000 اوم ہوتی ہے۔ زیادہ طاقت کے ٹرانسسٹر کی برعکس مزاحمت تقریباً 5000 اوم اور فارورڈ مزاحمت تقریباً 100 اوم ہوتی ہے۔

## (ط) اوم میٹر کے ذریعہ ٹرانسسٹر کے جڑے ہوئے سروں کی جانچ

اوم میٹر کے ذریعہ یہ بھی معلوم کیا جا سکتا ہے کہ ٹرانسسٹر کے بیس، ایمیٹر یا کلیکٹر

کو جوڑنے والے برقی سرے آپس میں جڑے ہیں یا علیحدہ علیحدہ ہیں۔ اس کی جانچ کرنے کے لیے ٹرانسسٹر سرکٹ سے باہر ہونا ضروری ہے۔ یہ جانچ کرنے کے لیے بھی وہی طریقہ استعمال کیا جائے گا جو اوپر بیان کیا جا چکا ہے۔ اگر برعکس اور فارورڈ مزاحمتیں دونوں کم نکلتی ہیں تو اس کا مطلب ہے کہ سرے اندر سے آپس میں شارٹ یعنی جڑے ہوتے ہیں یا اگر بالکل جڑے نہیں ہیں تو ان کے درمیان کی مزاحمت بہت کم ہوگئی ہے جس کی وجہ سے ٹرانسسٹر میں زیادہ رسنے والا کرینٹ بہنے کے امکان ہیں۔ بہ الفاظِ دیگر ٹرانسسٹر (LEAKY) یعنی رسنے والا ہو گیا ہے۔ کسی ٹرانسسٹر میں عموماً ایمیٹر اور کلیکٹر کے درمیان کی مزاحمت کافی کم ہو جانے سے رسنے والا کرینٹ زیادہ ہو جاتا ہے اور ٹرانسسٹر اس صورت میں خراب ہو جاتا ہے۔

اس طرح اوم میٹر کے ذریعہ جانچ کرنے سے یہ پتہ چل جاتا ہے کہ ٹرانسسٹر کے سرے آپس میں اندر سے جڑے ہیں یا کھلے ہیں۔ ٹرانسسٹر کے LEAKY ہونے کا پتہ بھی چل جاتا ہے۔ ان تمام حالتوں میں ٹرانسسٹر خراب مانا جائے گا اور اس کو سرکٹ میں اچھے ٹرانسسٹر سے بدل دینا چاہیے۔ یہ بات یاد رکھنا چاہیے کہ کسی ٹرانسسٹر کے بیس، ایمیٹر یا بیس، کلیکٹر کے درمیان کے برعکس اور فارورڈ مزاحمتوں میں جتنا زیادہ فرق ہوگا اتنا ہی ٹرانسسٹر زیادہ اچھا مانا جائے گا۔

ٹرانسسٹر کا کرینٹ گین اور اس کی دیگر خصوصیات معلوم کرنے کے لیے ٹرانسسٹر جانچ کرنے والے آلے (TRANSISTOR TESTER) استعمال ہوتے ہیں جو مختلف اقسام کے پائے جاتے ہیں۔ جیسا کہ اوپر بتایا جا چکا ہے یہ کافی مہنگے ہیں اور ان کا استعمال بھی قدرے مشکل ہے اس لیے اس کا استعمال زیادہ تر لیبورٹری وغیرہ ہی میں ہوتا ہے۔ (TRANSISTOR TESTER) کو کبھی کبھی 'بیٹا ٹیسٹر' (B-TESTER) بھی کہا جاتا ہے۔

## ٹرانسسٹر کو استعمال کرنے میں احتیاط

ٹرانسسٹر کو استعمال کرتے وقت کافی احتیاط کی ضرورت ہے ورنہ تھوڑی بہت لاپرواہی دکھانے سے اکثر ٹرانسسٹر کے خراب ہونے کے امکانات ہیں۔

ضروری احتیاط نہ برتنے سے حسب ذیل خرابیاں ہو سکتی ہیں :-

1- حالانکہ ٹرانسسٹر، ریڈیو والو کے مقابلہ میں بیرونی ارتعاش کافی حد تک برداشت کر لیتا ہے لیکن ٹرانسسٹر کے خول پر اگر زیادہ چوٹ لگائی جائے گی تو اندر سے ٹرانسسٹر کچل سکتا ہے۔ جس کی وجہ سے خرابی ممکن ہے۔

2- ٹرانسسٹر کو کسی وقت لگاتے یا نکالتے وقت اگر کافی احتیاط نہ برتی گئی تو اس کے باہر نکلے ہوئے سرے ٹوٹ سکتے ہیں یا اپنے جوڑ سے کھل سکتے ہیں۔

3- ٹرانسسٹر میں اندرونی خرابی پیدا ہونے کے امکانات بہت زیادہ ہیں۔ اگر اس کو بہت زیادہ حرارت دی جائے یا اس کو ایک خاص مقدار سے زیادہ وولٹیج یا کرینٹ پر استعمال کیا جائے تو ٹرانسسٹر خراب ہو سکتا ہے۔ ذیل میں ہم ٹرانسسٹر پر حرارت کے اثر پر غور کریں گے۔

## ٹرانسسٹر پر حرارت کا اثر اور اس سے بچاؤ

جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ ٹرانسسٹر پر حرارت کا بہت اثر ہوتا ہے۔ اگر ٹرانسسٹر میں کسی وجہ سے زیادہ حرارت پہونچ جائے گی تو اس کے اندر کی ساخت پر اثر پڑے گا۔ ایک جنکشن ٹرانسسٹر جو نیم چالک کے ملاوٹ کے طریقہ یا پھیلاؤ کے طریقہ پر بنایا جاتا ہے وہ ایک خاص درجہ حرارت تک ہی صحیح کام کر سکتا ہے۔ اگر درجہ حرارت اس حد سے زیادہ بڑھ جائے گا تو جنکشن ٹرانسسٹر کے امیٹر اور کلیکٹر کے خطے زیادہ حرارت کی وجہ سے پھیلنا شروع ہو جائیں گے اور آخر کار وہ دونوں ایک دوسرے کو چھونے لگیں گے جس سے ٹرانسسٹر شارٹ ہو جائے گا اور کام کرنے کے لائق نہیں رہے گا۔

کیونکہ ٹرانسسٹر پر درجہ حرارت کا بہت اثر پڑتا ہے اس لیے ٹرانسسٹر کو خراب ہونے سے بچانے کے لیے یہ ضروری ہے کہ تمام ٹرانسسٹر سے بنے ہوئے آلات ایسی جگہ رکھنا چاہیے جہاں حرارت بہت زیادہ نہ ہو۔ مثلاً ان کو کبھی انگیٹھی یا آتشدان کے پاس نہیں رکھنا چاہیے۔ جہاں سورج کی تیز روشنی یا حرارت پہونچ رہی ہو وہاں بھی رکھنے سے احتیاط کرنا چاہیے۔ اکثر دیکھا گیا ہے کہ ٹرانسسٹر ریڈیو جو دھوپ میں

کھڑی موٹر کار کے اندر اس کی سیٹ پر کافی عرصہ رکھا رہا تو خراب ہو گیا۔ اکثر ٹرانسسٹر بنانے والی کمپنیاں اس بات کی تاکید کرتی ہیں کہ ان کے بنائے ہوئے سامان کو زیادہ سے زیادہ کتنے درجہ حرارت کے اندر محفوظ رکھا جا سکتا ہے۔

اس سلسلہ میں یہ یاد رکھنا چاہیے کہ جرمینیم نیم چالک کے بنے ہوئے ٹرانسسٹر زیادہ درجہ حرارت کو برداشت نہیں کر سکتے اور ان کے خراب ہونے کے امکانات زیادہ ہیں۔ البتہ سلیکان اور گیلیم آرسی نائیڈ ( GALLIUM ARSENIDE) نیم چالک کے بنے ہوئے ٹرانسسٹر یا ڈائی اوڈ کچھ حد تک بغیر خراب ہوئے زیادہ درجہ حرارت کو برداشت کر سکتے ہیں۔

اگر کوئی ٹرانسسٹر ریڈیو یا ایمپلیفائر مستقل زیادہ درجہ حرارت کے گرد و نواح میں استعمال کیا جاتا ہے تو اس میں آہستہ آہستہ اندرونی خرابیاں پیدا ہونے لگتی ہیں جس کی وجہ سے اس کی آواز میں کھرکھراہٹ اور گین میں کمی پیدا ہو جاتی ہے۔

## ٹرانسسٹر میں ٹانکا لگانے ( SOLDERING ) میں احتیاط

ٹرانسسٹر کو سرکٹ میں دوسرے اجزا مثلاً مزاحمت، کنڈینسر وغیرہ سے عموماً ٹانکا لگا کر جوڑا جاتا ہے۔

ٹانکا لگانے کے مسالہ ( SOLDES ) کو ایک خاص اوزار سے گرم کیا جاتا ہے جس کو ٹانکا لگانے کا اوزار ( SOLDERING IRON ) کہتے ہیں۔ یہ اوزار مختلف درجہ حرارت پر کام کرتے ہیں۔ کیونکہ ٹرانسسٹر پر درجہ حرارت کا کافی اثر ہوتا ہے اس لیے اس میں ٹانکا لگاتے وقت بہت احتیاط کی ضرورت ہے اس کے لیے جو ٹانکا لگانے کے اوزار استعمال ہوتے ہیں وہ بہت کم واٹ کے ہونا چاہیے۔ مثلاً یہ 25 واٹ سے زیادہ نہ ہو۔ اگر 10 واٹ کا ہو تو بہتر ہے۔ اس کو استعمال کرتے وقت ٹرانسسٹر کے سرے پر یہ اوزار زیادہ دیر تک نہ رکھنا چاہیئے ورنہ اس مقام کا درجہ حرارت بڑھ جائیگا اور ٹرانسسٹر کے خراب ہونے کا امکان ہے۔

## ہیٹ سنک ( HEAT SINK)

ہم جانتے ہیں کہ جب کسی چالک میں سے کرینٹ گذارا جاتا ہے تو اس میں حرارت

پیدا ہوتی ہے۔ جتنا زیادہ کرینٹ ہوگا اتنی ہی زیادہ حرارت پیدا ہوگی۔ وہ ٹرانسسٹر جن میں سے زیادہ کرینٹ گذاری جاتی ہے مثلاً پاور ٹرانسسٹر (POWER TRANSISTOR) ان کے جنکشن کا درجہ حرارت بہت بڑھ جاتا ہے۔ اس کی وجہ سے ٹرانسسٹر قطعی طور پر خراب ہوسکتا ہے۔ اس لیے ان ٹرانسسٹر کو استعمال کرتے وقت یہ ضروری ہے کہ ان میں جو اندرونی حرارت پیدا ہوتی ہے اس کو کسی ترکیب سے برابر نکالتے رہنا چاہیے تاکہ جنکشن کا درجہ حرارت ایک خاص حد سے تجاوز نہ کرے اس حرارت کو جذب کرنے کے لیے 'ہیٹ سنک' (HEAT SINK) استعمال کیے جاتے ہیں۔ یہ ایک ایسا آلہ ہے جس کے ذریعہ جو حرارت ٹرانسسٹر کے اندر پیدا ہوتی رہتی ہے اس کو جذب کرلیتا ہے اور باہر اپنے گردونواح میں پھینک دیتا ہے۔ اس طرح کسی وقت بھی حرارت ٹرانسسٹر کے اندرونی حصہ میں جمع نہیں ہو پاتی اور درجہ حرارت نہیں بڑھ پاتا ہے اور ٹرانسسٹر ٹھیک ٹھیک کام کرتا رہتا ہے۔ ہیٹ سنک دھات کے بنے ہوتے ہیں جو حرارت کو جذب کرنے کا ایک اچھا چالک ہے۔

عموماً ٹرانسسٹر کا کلیکٹر اس کے دھات کے خول سے جوڑا جاتا ہے اور پھر پورا ٹرانسسٹر ایک زیادہ بڑے دھات کے ٹکڑے سے جوڑ دیا جاتا ہے جس کو ہیٹ سنک کہتے ہیں۔ اس طرح حرارت ٹرانسسٹر کے کلیکٹر سے ہیٹ سنک تک پہنچ جاتی ہے جو اس کو باہر گردونواح میں پھینک دیتا ہے۔

اکثر ہیٹ سنک ٹرانسسٹر سے مستقل طور پر جڑا ہوتا ہے۔ کبھی کبھی وہ علیحدہ بھی ہوتا ہے جس میں ٹرانسسٹر کو لگایا جاسکتا ہے۔ بازار میں مختلف قسم کے ہیٹ سنک پائے جاتے ہیں۔ ہیٹ سنک استعمال کرنے سے ٹرانسسٹر بغیر خراب ہوئے کافی عرصہ کام میں لایا جاسکتا ہے۔

## باب 11

# ٹرانسسٹر بنانے کے طریقے

جیسا ہم جانتے ہیں کہ ٹرانسسٹر دو نیم چالک PN جنکشن سے مل کر بنتا ہے۔ اس لیے کسی ٹرانسسٹر کے بنانے کے لیے یہ ضروری ہے کہ سب سے پہلے دو PN جنکشن تیار کیے جائیں اور پھر ان کو آپس میں اس طرح جوڑا جائے جو ایک ہی کرسٹل بن جائیں ٹرانسسٹر بنانے کے کئی ایک طریقے رائج ہیں لیکن ان میں آج کل جو سب سے زیادہ استعمال ہوتے ہیں وہ حسب ذیل ہیں:-

1 - ملاوٹ کا طریقہ (ALLOYING PROCESS)

2 - پھیلاؤ کا طریقہ (DIFFUSION PROCESS)

## ملاوٹ کے طریقہ سے ٹرانسسٹر تیار کرنا

ٹرانسسٹر بنانے کا یہ طریقہ بہت عام ہے اور آج کل اس طریقے سے زیادہ تر ٹرانسسٹر بنائے جاتے ہیں۔ اس طرح بنائے ہوئے ٹرانسسٹر کو ملاوٹ سے بنا جنکشن (ALLOYED JUNCTION) ٹرانسسٹر کہتے ہیں۔

اس طریقہ سے اگر ہم کو جرمینیم PNP ٹرانسسٹر بنانا ہے تو سب سے پہلے N قسم کا نیم چالک جرمینیم تیار کیا جاتا ہے۔ اس کو تیار کرنے کے لیے کچھ حصّہ خالص جرمینیم اور بہت تھوڑی مقدار میں عطا کرنے والے (DONOR) قسم کا "میلاپن" (IMPURITY) مثلاً اینٹی منی (ANTIMONY) کو ایک مخصوص پیالی میں رکھ

کر خلا میں گرم کیا جاتا ہے جس سے دونوں عناصر پگھل جاتے ہیں۔ اب ایک بہت چھوٹا بیج کی شکل کا کرسٹل اس پگھلے ہوئے حل میں اس طرح ڈبویا جاتا ہے کہ اس کا صرف چند ملی میٹر حصہ ڈوبتا ہے۔ پگھلے ہوئے جرمینیم کا درجہ حرارت بیج کے کرسٹل کے پگھلنے والے درجہ حرارت سے کچھ ہی زیادہ رکھا جاتا ہے۔ اس طرح بیج کا وہ حصہ جو جرمینیم کے حل میں ڈوبا ہوتا ہے پگھل جاتا ہے۔ بیج کو ایک مخصوص رفتار سے گھمایا جاتا ہے اور گھماتے ہوئے اس کو آہستہ آہستہ پگھلے ہوئے جرمینیم سے نکال لیا جاتا ہے۔ اس طرح بیج پر ایک N قسم کا جرمینیم کرسٹل بن جاتا ہے۔ اس طریقہ میں مخصوص احتیاط برتنے سے جس قدر جرمینیم میں ملاوٹ کی ضرورت ہوتی ہے وہ حاصل کی جا سکتی ہے۔ اب N جرمینیم کرسٹل کو بہت ہوشیاری سے کاٹ کر اس کے بہت سے پتلے پتلے ورق تیار کر لیے جاتے ہیں۔

N جرمینیم کے ورق تیار کرنے کے بعد دو PN جنکشن تیار کیے جاتے ہیں اس کے لیے N جرمینیم کے ورق کے دونوں طرف قبول کرنے والے (ACCEPTOR) قسم کا دھات مثلاً انڈیم (INDIUM) کی بہت چھوٹی چھوٹی گولیاں رکھ کر اس کو اس قدر گرم کیا جاتا ہے کہ اس کا درجہ حرارت انڈیم کے پگھلنے والے درجہ حرارت سے زیادہ اور جرمینیم کے پگھلنے والے درجہ حرارت سے کم ہوتا ہے۔ اس درجہ حرارت پر انڈیم کی گولیاں پگھل جاتی ہیں اور جرمینیم کے کچھ حصہ کو اپنے میں گھلا لیتی ہیں جس سے انڈیم اور جرمینیم کی ملاوٹ کا حل تیار ہو جاتا ہے۔ اس کے بعد ورق کو ٹھنڈا کیا جاتا ہے اور ورق کے دونوں طرف P قسم کے جرمینیم کی تہیں جم جاتی ہیں اس طرح دو PN جنکشن کا کرسٹل تیار ہو جاتا ہے۔ سلیکان کا PN جنکشن بھی اسی طرح تیار کیا جا سکتا ہے صرف فرق یہ ہے کہ اس میں قبول کرنے والا عنصر المونیم استعمال کیا جائے گا۔

N جرمینیم کے ورق کے ایک سمت جو P جرمینیم کی تہہ جمائی جاتی ہے وہ پیمائش میں ورق کے دوسرے سمت کی P جرمینیم کی تہہ کے مقابلہ میں بڑی ہوتی ہے۔ یہ بڑی تہہ کلیکٹر اور چھوٹی تہہ ایمیٹر کہلاتی ہے جبکہ ان دونوں کے درمیان جو بہت پتلا N جرمینیم کا ورق رہ جاتا ہے وہ بیس کہلاتا ہے۔

PNP کرسٹل بنانے کے بعد اس کے کلیکٹر اور ایمیٹر اور بیس میں برقی سرے

جوڑ دیئے جاتے ہیں۔ اس طرح سے تیار شدہ ٹرانسسٹر ایک خول میں رکھ کر جوڑ دیا جاتا ہے جس پر ٹرانسسٹر کی قسم اور بنانے والی کمپنی کا نام وغیرہ کندہ کر دیا جاتا ہے۔ اس طرح ملاوٹ کے طریقہ سے ایک ٹرانسسٹر تیار کیا جاتا ہے۔

NPN ٹرانسسٹر تیار کرنے کے لیے P قسم کے جرمینیم نیم چالک کا ورق لیا جاتا ہے جس کے دونوں طرف عطا کرنے والے عنصر جیسے اینٹی منی کو پگھلا کر N قسم کے جرمینیم کی تہیں جما دی جاتی ہیں۔

## پھیلاؤ کے طریقہ (PIFFUSION PROCEES) سے ٹرانسسٹر بنانا

ٹرانسسٹر پھیلاؤ کے طریقہ سے بھی بنائے جاتے ہیں۔ اس طریقہ میں نیم چالک کے ورق پر N یا P قسم کے میلے پن کی دھاتیں بخارات کے ذریعہ جما کر ٹرانسسٹر بنایا جاتا ہے۔ مثلاً ایک جرمینیم PNP ٹرانسسٹر بنانے کے لیے سب سے پہلے P قسم کے جرمینیم نیم چالک کرسٹل کو جو ایک کلیکٹر کا کام کرتا ہے اس قدر گرم کیا جاتا ہے کہ اس کا درجہ حرارت جرمینیم کے پگھلنے والے درجۂ حرارت کے تقریباً برابر ہو جاتا ہے۔ اس گرم شدہ کرسٹل کو عطا کرنے والے عنصر مثلاً اینٹی منی کے بخارات سے گھیر دیا جاتا ہے۔ اینٹی منی کے بخارات تقریباً پگھلے ہوئے جرمینیم سے مل کر اس پر N قسم کے نیم چالک کی تہہ جما دیتے ہیں۔ اس طرح P قسم کے کرسٹل پر N قسم کے نیم چالک کی تہہ جم جاتی ہے جو ٹرانسسٹر کے بیس کا کام کرتی ہے۔ اس PN جنکشن کو جو کلیکٹر بیس جنکشن بناتا ہے پھر قبول کرنے والے عنصر مثلاً انڈیم کے بخارات سے گھیر دیا جاتا ہے جس سے اس پر ایک P قسم کے نیم چالک کی تہہ جم جاتی ہے جو ٹرانسسٹر کا ایمیٹر بناتی ہے۔ اس طرح بخارات کے پھیلاؤ کے ذریعہ ایک دوسرے پر تہیں جما کر ٹرانسسٹر تیار کر لیا جاتا ہے۔ بخارات کے پھیلاؤ کے ذریعہ بہت آہستہ آہستہ تہیں جمتی ہیں۔ اس لیے اس طریقہ میں فائدہ یہ ہے کہ تہوں کی جس قدر موٹائی رکھنا ہے وہ بہ آسانی رکھی جا سکتی ہے۔

باب 12

# ٹرانسسٹر ریڈیو اور اس کی عام خرابیوں کو دور کرنے کے طریقے

اس باب میں ہم ایک ٹرانسسٹر ریڈیو میں کیا کیا عام خرابیاں پیدا ہو سکتی ہیں اور ان کے دُور کرنے کے کچھ سہل طریقوں پر روشنی ڈالیں گے۔ قبل اس کے کہ ہم اس کے بارے میں بیان کریں یہ بہتر ہے کہ ٹرانسسٹر ریڈیو کے کام کرنے کے طریقہ پر مختصراً غور کریں۔ ایک ٹرانسسٹر ریڈیو بھی والو کی طرح ہی کام کرتا ہے۔ اس کے خاص خاص حصے حسب ذیل ہیں:-

## 1- آر- ایف- ایمپلیفائیر (R.F.AMPLIFIER)

ٹرانسسٹر ریڈیو کا ایریل (AERIAL) کے بعد سب سے پہلا حصّہ آر- ایف ایمپلیفائیر کا ہوتا ہے۔ جب ایریل کے ذریعہ کسی ریڈیو ٹرانسمیٹر (TRANSMITTER) سے نشر کی ہوئی ریڈیو فری کیونسی لہریں RADIO FREQUENCY WAVES جو مختصراً آر- ایف لہریں کہلاتی ہیں۔ ٹرانسسٹر ریڈیو در آمدی حصّہ میں پہونچتی ہیں تو ان کی وولٹیج بہت کم ہوتی ہے جن کی وولٹیج کو بڑھانے کے لیے آر- ایف- ایمپلیفائیر کا استعمال کیا جاتا ہے۔ انہیں آر- ایف لہروں کے ساتھ جو ریڈیو پروگرام نشر کیا جاتا ہے وہ بھی ملا ہوتا ہے۔ کبھی کبھی مقامی ریڈیو اسٹیشن کے پروگرام کو ریڈیو کے ذریعہ حاصل کرنے کے لیے آر- ایف- ایمپلیفائیر استعمال نہیں کیا جاتا کیونکہ ایریل کے ذریعہ مقامی ٹرانسمیٹر کی وولٹیج نسبتاً زیادہ ہوتی ہے اور اس کو اور زیادہ بڑھانے کی ضرورت نہیں ہوتی۔

## 2- مکسر (MIXER)

ٹرانسسٹر ریڈیو کا دوسرا خاص حصہ مکسر کہلاتا ہے جو عموماً آر۔ ایف ایمپلیفائر کے بعد استعمال کیا جاتا ہے۔ مکسر کے ذریعہ ایریل کے ذریعہ تمام آنے والے ریڈیو فری کیونسی سگنل نسبتاً کم فری کیونسی میں اس طرح تبدیل ہوجاتے ہیں کہ مکسر کے درآمدی حصہ میں کسی بھی فری کیونسی کا سگنل ہو لیکن اس کے برآمدی حصہ میں ایک مخصوص فری کیونسی پر ہی سگنل ہوگا۔ اس تبدیل شدہ فری کیونسی کو درمیانی فری کیونسی یعنی آئی۔ ایف (INTERMEDIATE FREQUENCY. یعنی I.F) کہتے ہیں۔ مکسر کے ذریعہ فری کیونسی کی یہ تبدیلی ایک مقامی آسکی لیٹر (OSCILLATOR) کے ذریعہ کی جاتی ہے۔ تمام ریڈیو فری کیونسی کو کم مقدار کی مخصوص آئی۔ ایف میں تبدیل کرنے کا فائدہ یہ ہے کہ ایک ہی سرکٹ کے ذریعہ زیادہ سے زیادہ گین اور انتخاب (SELECTIVITY) بڑھایا جا سکتا ہے۔

## 3- آئی۔ ایف۔ ایمپلیفائر (I.F. AMPLIFIER)

مکسر کے بعد ٹرانسسٹر ریڈیو میں آئی۔ ایف۔ ایمپلیفائر استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ مکسر سے ایک خاص ٹرانسفارمر کے ذریعہ جوڑا جاتا ہے جس کو آئی۔ ایف۔ ٹرانسفارمر (I.F. TRANSFORMER) کہتے ہیں۔ آئی۔ ایف۔ ایمپلیفائر کے برآمدی حصہ میں بھی آئی۔ ایف۔ ٹرانسفارمر ہوتا ہے جو اس کے اگلے حصہ کو جوڑتا ہے۔ کبھی کبھی ریڈیو کا گین بہت زیادہ کرنے کے لیے دو یا تین آئی۔ ایف۔ ایمپلیفائر استعمال کیے جاتے ہیں۔ آئی۔ ایف۔ ٹرانسفارمر ایک ہی فری کیونسی یعنی آئی۔ ایف پر ٹیون (TUNED) ہوتے ہیں۔ آئی۔ ایف عموماً 465 کلو ہرٹز (K.HERTZ) ہوتا ہے۔

## 4- ڈی۔ ٹیکٹر (DETECTOR)

ٹرانسسٹر ریڈیو میں آئی۔ ایف۔ ایمپلیفائر کے بعد جو حصہ استعمال ہوتا ہے اس کو ڈی ٹیکٹر کہتے ہیں۔ ہم جانتے ہیں کہ کسی ریڈیو ٹرانسمیٹر کے ذریعہ نشر کیے جانے

والے آواز کی آڈیو لہریں ریڈیو فری کیونسی کی لہروں کے ساتھ ملادی جاتی ہیں۔ ریڈیو کا ایک ضروری کام یہ ہے کہ آواز کی لہروں سے ریڈیو فری کیونسی کی لہروں کو علیحدہ کرے تب ہی ہم ریڈیو کے ذریعہ نشر ہونے والا پروگرام سُن سکتے ہیں۔ یہ علیحدگی کا کام جس سرکٹ کے ذریعہ کیا جاتا ہے اس کو ڈی ٹیکٹر کہتے ہیں۔ ٹرانسسٹر ریڈیو میں ڈی ٹیکٹر کا کام ایک جنکشن ڈائی اوڈ سے لیا جاتا ہے۔ کبھی کبھی ٹرانسسٹر بھی ڈی ٹیکٹر کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس سرکٹ کے ذریعہ آر۔ ایف کو علیحدہ کر کے زمین میں بھیج دیا جاتا ہے اور آڈیو فری کیونسی جس میں ہمارے مطلب کا پروگرام ہوتا ہے ڈی ٹیکٹر کے برآمدی حصّہ میں حاصل کر لیا جاتا ہے۔

### 5 ۔ اے۔ ایف۔ ایمپلیفائر

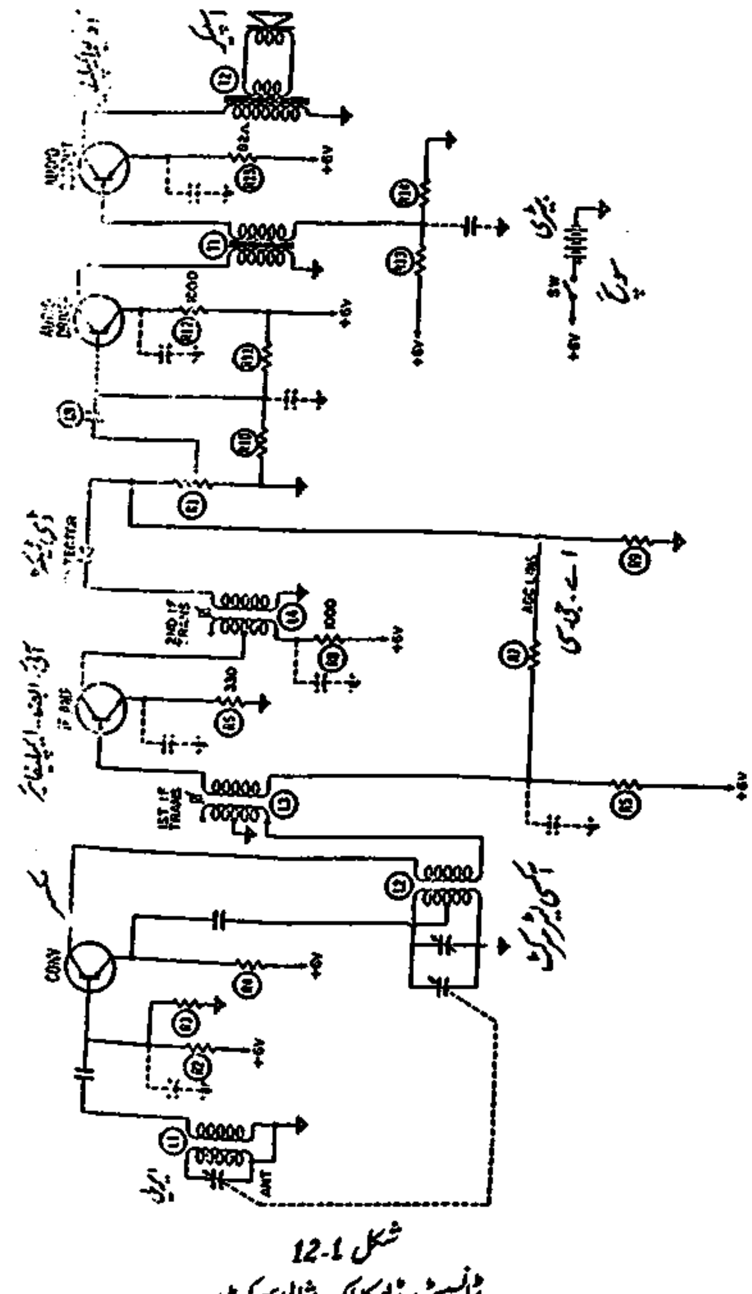
(AUDIO FREQUENCY or A.F AMPHIFIER)

ڈی ٹیکٹر کے بعد آڈیو فری کیونسی کے سگنل کو مزید بڑھانے کے لیے آڈیو فری کیونسی یا اے۔ ایف۔ ایمپلیفائر استعمال کیا جاتا ہے۔ اس میں دو طرح کے ایمپلیفائر استعمال کیے جاتے ہیں۔ پہلے آڈیو سگنل کی وولٹیج بڑھانے کے لیے آڈیو وولٹیج ایمپلیفائر استعمال ہوتا ہے۔ پھر آڈیو پاور ایمپلیفائر استعمال کر کے سگنل کی طاقت (POWER) اتنی بڑھادی جاتی ہے کہ وہ اس کے برآمدی حصّہ میں لگے ہوئے اسپیکر (LOUD SPEAKER) میں مطلوبہ آواز کو سننے کے قابل پیدا کر سکے۔ اس طرح ایک ٹرانسسٹر ریڈیو کے ذریعہ ہم آواز سُن سکتے ہیں۔

## نمونے کے طور پر ٹرانسسٹر

شکل 12-1 میں نمونے کے طور پر ٹرانسسٹر ریڈیو کا ایک سرکٹ دکھایا گیا ہے۔ یہ سرکٹ مقامی ریڈیو ٹرانسمیٹر اور میڈیم ویو ٹرانسمیٹروں (MEDIUM WAVE TRANSMITTERS) کے پروگرام کو حاصل کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ اسی لیے اس سرکٹ میں آر۔ ایف۔ ایمپلیفائر استعمال نہیں کیا گیا ہے۔

جیسا کہ سرکٹ سے ظاہر ہے $R_4$، $R_6$، $R_{12}$ اور $R_{15}$ ٹرانسسٹروں کے ایمیٹر مزاحمتیں ہیں جو کرینٹ کو پائیدار کرنے کے لیے استعمال کی گئی ہیں۔ وولٹیج کو تقسیم کرنے



شکل 12-1

ٹرانسسٹر ریڈیو کا ایک مثالی سرکٹ

والی مزاحمتوں کے ذریعہ ٹرانسسٹروں کے بیس میں بائیس دی گئی ہے۔ $R_2$ $R_3$ $R_5$ ، $R_7$ ، $R_9$ ، $R_{10}$ ، $R_{11}$ ، $R_{13}$ اور $R_{14}$ سب بائیس مزاحمتیں ہیں۔ جیسا کہ سرکٹ میں دکھایا گیا ہے۔ ڈی ٹیکٹر کے لیے ایک جنکشن ڈائی اوڈ استعمال کیا گیا ہے۔ مکسر، آئی۔ ایف ایمپلیفائر ڈی۔ ٹیکٹر اور آڈیو پاور ایمپلیفائر سب ٹرانسفارمر کے ذریعہ جوڑے گئے ہیں۔ صرف ڈی۔ ٹیکٹر کو آڈیو دوئیج ایمپلیفائر جو آڈیو ڈرائیور بھی کہلاتا ہے مزاحمت اور کنڈینسر کے ذریعہ جوڑا گیا ہے۔ بجز آئی۔ ایف۔ ایمپلیفائر کے سب ہی حصوں کے ٹرانسسٹر PNP استعمال کیے گئے ہیں۔ آئی۔ ایف۔ ایمپلیفائر کا ٹرانسسٹر NPN استعمال کیا گیا۔ اسی لیے اس کے کلیکٹر کا سرا بیٹری کے مثبت سے جوڑا گیا ہے جبکہ دیگر ٹرانسسٹروں کے کلیکٹر کے سرے زمین سے جڑے ہوتے ہیں جو بیٹری کے منفی سرے سے جڑا ہے ٹرانسسٹر ریڈیو میں عموماً 6 وولٹ کی بیٹری استعمال کی جاتی ہے۔ ریڈیو کا برآمدی آڈیو ٹرانسسٹر ایک آڈیو ٹرانسفارمر کے ذریعہ لاؤڈ اسپیکر سے جڑا ہے۔ اس ٹرانسفارمر کے برآمدی حصہ کی کنڈلی کی مزاحمت اسپیکر کے کنڈلی کی مزاحمت سے میل کھاتی ہے تاکہ زیادہ سے زیادہ آواز کی طاقت اسپیکر میں جا سکے۔

## ٹرانسسٹر ریڈیو کی کچھ عام خرابیوں کو دُور کرنے کے سہل طریقے

ریڈیو کی کچھ ایسی خرابیاں ہیں جو صرف کان کے سُننے اور آنکھ کے دیکھنے ہی سے معلوم کی جا سکتی ہیں۔ ان میں کچھ ایسی ہیں جن کو ہم ذیل میں بیان کریں گے۔

### 1۔ ریڈیو کو کان سے سُننے سے خرابی کا پتہ چلانا

ریڈیو کو کان کے قریب لا کر سننے سے یہ پتہ چل سکتا ہے کہ اس کی آواز کمزور ہے، اس میں بھراہٹ ہے اور مطلوبہ پروگرام کے ساتھ شور بھی ہے۔

اگر ٹرانسسٹر ریڈیو کو کان کے پاس لگا کر اس کے اسپیکر سے تھوڑی بہت سنسناہٹ کی آواز ( HISS ) آتی ہے جبکہ ریڈیو کا آواز بڑھانے کا کنٹرول پورا دیا گیا ہو لیکن مطلوبہ آواز نہیں آتی تو اس کا مطلب یہ ہوتا ہے کہ ریڈیو ... یمپلیفائر تو کام کر رہے ہیں لیکن خرابی اسکے مقامی آسی لیٹر (OSCILLATOR

یا ایریل میں ہو سکتی ہے۔ البتہ بہت زیادہ ہس کی آواز یہ ظاہر کرتی ہے کہ کوئی ٹرانسسٹر خراب ہے۔

کبھی کبھی ریڈیو میں کوئی باری سے آنے والی خرابی ہو سکتی ہے۔ ریڈیو میں یوں تو آواز نہیں آتی لیکن اس کو ہلانے جلانے سے آواز پھر سے آنے لگتی ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ یا تو کوئی عنصر ڈھیلا ہو گیا ہے یا کسی آئی۔ ایف۔ ٹرانسفارمر کا کور (CORE) ڈھیلا ہو کر کسی دوسرے مقام پر آ گیا ہے۔

اگر ریڈیو پر کوئی بھی اسٹیشن لگانے سے سیٹی کی آواز آتی ہے تو ہو سکتا ہے کہ اس کا فلٹر کنڈینسر خراب ہو گیا ہو۔ اس کی جانچ کرنا چاہیے۔

## 2۔ آنکھ کے دیکھنے سے ٹرانسسٹر ریڈیو میں خرابیاں معلوم کرنا

ریڈیو کی بہت کچھ خرابیاں بغور دیکھنے سے معلوم کی جا سکتی ہیں۔ مثلاً دیکھنے سے یہ پتہ چل سکتا ہے کہ آیا سب جوڑ آپس میں باقاعدہ جڑے ہوئے ہیں یا نہیں؟ کیا کوئی بیرونی تار کا ٹکڑا یا سولڈر کا ٹکڑا کسی خاص حصہ کو شارٹ تو نہیں کر رہا ہے؟ کیا کوئی عنصر جلا ہوا تو نہیں معلوم ہوتا؟ کیا ریڈیو کی بیٹری دیکھنے سے خراب تو نہیں معلوم ہوتی؟ کیا اسپیکر کی کون (CONE) پھٹی ہوئی تو نہیں ہے جس سے بھرائی ہوئی آواز پیدا ہو سکتی ہے۔

اس طرح صرف آنکھوں سے دیکھنے سے بہت سی خرابیاں معلوم کی جا سکتی ہیں اور ان کو ٹھیک کیا جا سکتا ہے۔

## 3۔ سگنل کو پیدا کرنیوالے آلے (SIGNAL GENERATOR) سے خرابیاں معلوم کرنا

سگنل جنریٹر ایک ایسا برقیاتی آلہ ہے جس سے ریڈیو فری کیونسی کی لہریں مختلف فری کیونسی پر پیدا کی جا سکتی ہیں۔ اس میں آڈیو فری کیونسی بھی پیدا کرنے کی سہولت ہے۔ سگنل جنریٹر کے ذریعہ کوئی آر۔ ایف۔ سگنل ٹرانسسٹر ریڈیو کے مختلف حصوں میں باری باری دینے سے یہ پتہ چلایا جا سکتا ہے کہ خرابی کس حصہ میں ہے۔ جب یہ پتہ چل جائے گا تو اس حصہ کا بغور معائنہ کیا جا سکتا ہے کہ اس کا کون سا عنصر خراب

ہے جس کو تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ سگنل جنیریٹر میں عموماً دو برآمدی حصّے ہوتے ہیں۔ ایک حصّہ آر۔ ایف کا ہوتا ہے جس سے مختلف آر۔ ایف اور آئی۔ ایف فری کیونسوں پر سگنل حاصل کیے جا سکتے ہیں۔ دوسرے حصّہ پر صرف 400 ہرٹز ( HERTZ ) پر آڈیو سگنل حاصل کیا جا سکتا ہے۔ سگنل جنیریٹر کے ذریعہ ٹرانسسٹر ریڈیو کی خرابیاں معلوم کرنے کے لیے یہ ضروری ہے کہ ریڈیو کے مختلف حصّوں کے صحیح مقامات معلوم ہونا چاہیے جہاں پر سگنل جنیریٹر کے جانچ کرنے والے سرے کو رکھ کر سگنل دیا جا سکتا ہے۔

اگر ٹرانسسٹر ریڈیو میں سے بالکل آواز نہیں آرہی ہے اور اس کی بیرونی جانچ کرلی گئی ہے تو سب سے پہلے سگنل جنیریٹر سے آڈیو سگنل کو لے کر اس کے جانچ کرنے والے سرے کو ریڈیو کے بیرونی آڈیو ایمپلیفائیر کے درآمدی حصّہ پر رکھنا چاہیے۔ اگر اسپیکر سے آواز سُنائی دیتی ہے تو اس کا مطلب یہ ہوا کہ یہ آڈیو ایمپلیفائیر ٹھیک ہے اور اس سے قبل کے کسی حصّہ میں خرابی ہوسکتی ہے۔ اس کے بعد سگنل جنیریٹر کے جانچ کرنے والے سرے کو آڈیو ڈرائیور ایمپلیفائیر کے درآمدی حصّہ پر رکھنے سے بھی اگر آواز آتی ہے تو یہ آڈیو ایمپلیفائیر بھی ٹھیک ہے اور خرابی اس سے قبل کے کسی حصّہ میں ہوسکتی ہے۔

سگنل جنیریٹر کو اب ریڈیو کے آئی۔ ایف یعنی 465 کلو ہرٹز پر ٹیون کرکے آئی۔ ایف ایمپلیفائیر کے برآمدی حصّہ یعنی ڈی ٹیکٹر کے ٹرانسسٹر کے بیس پر سگنل دینا چاہیے۔ اگر آواز آتی ہے تو ڈی ٹیکٹر بھی ٹھیک ہے۔ ایسا کرنے سے قبل سگنل جنیریٹر کے آئی۔ ایف کے ساتھ اس کا آڈیو سگنل بھی ملا دینا چاہیے تاکہ اسپیکر سے اس سگنل کی آواز سُنائی دے سکے۔ ڈی ٹیکٹر بھی ٹھیک نکلنے سے اب ہم کو دوسری جانچ کرنا چاہیے۔

سگنل جنیریٹر کو اسی۔ آئی۔ ایف سگنل پر ٹیون کیے ہوئے ٹرانسسٹر ریڈیو کے آئی۔ ایف کے درآمدی حصّہ میں سگنل کو دینے سے اگر آواز ملتی ہے تو آئی۔ ایف ایمپلیفائیر بھی ٹھیک ہے ورنہ خراب ہے۔

اب سگنل جنیریٹر کو کسی آر۔ ایف۔ سگنل پر ٹیون کیا جاتا ہے۔ اور اس میں پہلے کی طرح آڈیو سگنل ملا کر ٹرانسسٹر ریڈیو کے مکسر کے درآمدی حصّہ میں سگنل دیا جانا

چاہیے۔ اس کے بعد ریڈیو کو بھی اسی آر۔ایف۔فری کیونسی پر ٹیون کرنا چاہیے جو ہم سگنل جینیریٹر سے دے رہے ہیں۔ اگر ریڈیو سے آواز ملتی ہے تو مکسر ٹھیک ہے ورنہ خراب۔

اس کے بعد یہ سگنل ایریل کے مقام یعنی ریڈیو کے درآمدی حصّہ میں سگنل دینا چاہیے۔ اگر آواز نہیں ملتی ہے تو یہ حصّہ خراب ہے۔

اس طرح سگنل جینیریٹر سے ٹرانسسٹر ریڈیو کے مختلف مقامات پر سگنل دینے سے یہ پتہ چلایا جا سکتا ہے کہ ریڈیو کا کون سا حصّہ خراب ہے۔

# اصطلاحات

مطلق صفر درجہ حرارت
برقی توسیع
برقی توسیع کرنے والا آلہ۔ ایمپلیفائر
ملاوٹ کے طریقہ سے
یونانی حرف ' الیفا '
اور ' در ۔ اینڈ گیٹ
غیر پائیدار ملٹی وائبریٹر
قبول کرنے والا
فضائی درجہ حرارت
جوہر، ایٹم
ایٹمی ساخت
ایٹمی عدد
آواز بڑھانے والا ایمپلیفائر، آڈیو ایمپلیفائر
جوڑ۔بیس
یونانی حرف 'بیٹا'
برقی رجحان ، بائیس
دو قطبی ٹرانسسٹر
دو پائیدار ملٹی وائبریٹر
دو عددی قاعدہ

توڑنے والی وولٹیج

بُولے کا الجبرا

برقی استعداد

خلیہ

مخصوص خطوط

محصل۔ کلیکٹر

جامد۔ سخت

حساب کرنے والا آلہ۔ کمپیوٹر

چالک

ایصالیت

برق۔ چارج

کرسٹل

حلقہ۔ سرکٹ

پیمانہ بندی

مشترک بیس سرکٹ

مشترک ایمیٹر سرکٹ

مشترک کلیکٹر سرکٹ

برقی رو۔ کرینٹ

کرینٹ کی بڑھوتری۔ کرینٹ گین

چھپٹی

جُز۔ حصّہ

اجزاء

کولوم

کنڈلی

امدادی تناسب ایمپلیفایئر

درجہ ایمپلیفائیر
ثقل
قطر۔عرض
سمت
چارج سے خالی خطہ۔ڈپلیشن خطہ
کرینٹ کم کرنے والا طریق۔ڈپلیشن طریق
بھڑاہٹ
بھڑاہٹ والی آواز
نکاس۔ ڈرین
برقی حاجز
تفریقی ایمپلیفائیر
انتشار۔پھیلاؤ
پھیلاؤ کا طریقہ
عددی
عددی کمپوٹر
مفروضات
ڈائی اوڈ
ڈائی اوڈ ٹرانسسٹر منطق ڈی۔ٹی۔ایل
معطی۔عطا کرنے والا
گاڑھاپن
منفی برقاب۔ الیکٹران
برقی میدان
توانائی
حدِ توانائی
تحلیل ہونے والی توانائی

برقیاتی چارج
برقیاتی گیٹ
برقی مقناطیس
برقی سرے
برقی اتصال
برقی میدان کی شدت
برقی قوت
کرینٹ بڑھانے والا طریق۔ ان ہانسمینٹ طریق
ایمیٹر
مساوات
بیرونی برقی ارتعاش
عمل تبخیر
زور۔ طاقت
فارورڈ کرینٹ
آگے بڑھانے والا بائیس۔ فارورڈ بائیس
فارورڈ وولٹیج
انشقاق۔ پارگی
فارورڈ مزاحمت
تواتر۔ فری کیونسی
برقی میدان پر منحصر ٹرانسسٹر
فیٹ
جنکشن فیٹ
فلپ۔ فلاپ
بڑھوتری۔ گین
در۔ گیٹ

یونانی حرف۔ گاما
سوراخ۔ ہول
اُفقی خط
اسپی طاقت
میل دار
حرارت کو جذب کرنے کا آلہ۔ ہیٹ سنک
درآمدی حصّہ
درآمدی سگنل
درآمدی کرینٹ
درآمدی وولٹیج
حاجز
حجز
حجز شدہ گیٹ فیٹ
مرکب سرکٹ
آئی سی
میلاپن
معکوس۔ الٹا۔ برعکس
برعکس درآمدی سرا
معیاری
لاانتہا
درمیانی تواتر۔ آئی۔ ایف
درمیانی ٹرانسفارمر
اتصال۔ جنکشن
جنکشن ڈائی اوڈ
جنکشن ٹرانسسٹر

حرکی توانائی
ایک ہزار اوم۔کلو اوم
منطق
منطق 1
منطق 0
منطق سرکٹ
رسنے والا کرینٹ۔لیکیج کرینٹ
رسنے والا
کیت
میکانیات
دس لاکھ اوم۔میگ اوم
خرد امواج
مائیکرو ایمپیر
حرکت پذیر
ملی ایمپیر
ملی وولٹ
ہمعصر
ہم عصری
اعشاری نظام
جسامت
مجموعی متولہ
اکثریت برق بردار
اقلیت برق بردار
دھات کے آکسائیڈ نیم چالک فیٹ

ماسفیٹ

یک سنگی آئی۔سی

حافظہ۔یادداشت

مختلف قسم کی برقی ترنگیں پیدا کرنے والا آلہ۔ملٹی وائبریٹر

یک پائیدار ملٹی وائبریٹر

کئی ایمیٹر والا ٹرانسسٹر

مالی کیول

بے برق

عادلیہ۔نیوٹران

مرکزہ۔نیوکلس

مرکزائی انشقاق

جوہری ری ایکٹر

عموماً کرینٹ بہنے والا ماسفیٹ

غیر برعکس درآمدی ۱

منفی

منفی منطق

نہیں۔اور در نینڈ گیٹ

نہیں یا در۔ نار گیٹ

نہیں در ۔ناٹ گیٹ

برقی ترنگیں پیدا کرنے والا آلہ۔ آکسی لیٹر

مدار

برآمدی حصہ

برآمدی کرینٹ

برآمدی وولٹیج

برآمدی مزاحمت

برآمدی سگنل
برآمدی سرکٹ
برآمدی طاقت
کام کرنے والا ایمپلیفائیر، آپریشنل ایمپلیفائیر
اوم
اوم میٹر
پادر۔ آرگیٹ
ضیائی برقی اخراج
پترا
طاقت۔ قوت
طاقت بڑھوتری۔ طاقت گین
پروٹان
مثبت
مثبت منطق
مضمر توانائی
مضمر فرق
مضمر کنٹرا
مضمر پہاڑی
جیبی حساب کتاب کی مشین
ابتدائی
پُش پُل
سنگ مروہ
مقدار
مستطیل شکل کی ترنگ
مزاحمت

نوعی مزاحمت
برعکس برقی رجحان۔ برعکس بائیس
برعکس مزاحمت
انعکاس
خنک سازی
تابکار
مزاحمت۔ ٹرانسسٹر منطق
آر۔ ٹی۔ ایل
نیم چالک
محول
ثانوی
پائیدار
پائیداری
شمسی توانائی
منبع۔ سورس
متناسب
سب اسٹریٹ
علامت
بجلی کا بٹن۔ سوئچ
تبادلہ کا طریقہ
ٹانکا لگانا
ٹانکا لگانے کا مسالہ
ٹانکا لگانے کا اوزار
حراری توانائی
نظریہ اصول اضافیت

مستقل طاقت
ٹرانسفارمر
ٹرانسسٹر
سرنگ ڈائی اوڈ۔ ٹینل ڈائی اوڈ
پتلی جھلی والا آئی۔ سی
موٹی جھلی والا آئی۔ سی

سرا
اچانک برقی ارتعاش
ٹرانسسٹر۔ ٹرانسسٹر منطق
ٹی۔ ٹی۔ ایل

بالابنفشی شعاعیں
یک قطبی ٹرانسسٹر
ناپائیدار
ہمہ گیر گیٹ
ویلینس الیکٹران
وولٹیج واری
سمتی رفتار
وولٹ
وولٹیج
وولٹیج گین
وولٹیج چوٹی
وولٹیج کو مستقل رکھنے والا آلہ۔ وولٹ ریگولیٹر
بخارات
عمودی خط

واٹ
موج ۔ لہر ۔ ترنگ
طول موج
زینر ڈائی اوڈ

# قومی کونسل برائے فروغ اردو زبان کی چند مطبوعات

## البیرونی کے جغرافیائی نظریات

مصنف: حسن عسکری کاظمی

صفحات: 168

قیمت : -/53روپے

## آبیات

مصنف: محمد ابراہیم

صفحات: 41

قیمت : -/46روپے

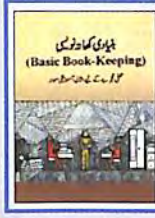
## ارتقاء کائنات اور انسان و دیگر مضامین

مصنف: بی شیخ علی

صفحات: 258

قیمت : -/94روپے

## بنیادی کھاتہ نویسی




مترجم : سید ظفر الاسلام

صفحات: 158

قیمت : -/98روپے

## اردو سافٹ ویئر

صفحات: 138

قیمت : -/45روپے

## گھر کی وائرنگ کا تعارف

مترجم : سید ظفر الاسلام

صفحات: 133

قیمت : -/86روپے

₹ 38/-

ISBN: 978-81-7587-357-5

राष्ट्रीय उर्दू भाषा विकास परिषद्

قومی کونسل برائے فروغ اردو زبان

**National Council for Promotion of Urdu Language**

Farogh-e-Urdu Bhawan, FC- 33/9, Institutional Area,
Jasola, New Delhi-110 025