प्रयोग सं. 10

उद्देश्य – उभयनिष्ट उत्सर्जक परिपथ में किसी P-N-P/N-P-N ट्रांजिस्टर के अभिलाक्षणिक वक्र का अध्ययन करना तथा धारा लाभ एवं वोल्टता लाभ के मान प्राप्त करना।

उपकरण एवं सामग्री – एक ट्रांजिस्टर (BC 147 या BC 177 या AC 128), माइक्रो एमीटर (0-100μA) मिली एमीटर (0-20mA), 2 वोल्टमीटर (0-3V) तथा (0-15V) दो उच्च प्रतिरोध वाले धारा नियंत्रक, 100KΩ मान का कार्बन प्रतिरोध, 0-3V तथा 0-15V के दो DC स्त्रोत एवं संयोजन तार।

सिद्धांत – दो P-प्रकार के अर्धचालकों के मध्य N-प्रकार के अर्धचालक की पतली परत होने पर P-N-P तथा दो N-प्रकार के अर्धचालकों के मध्य P-प्रकार की पतली परत होने पर N-P-N ट्रांजिस्टर बनता है। तीनों परतें तीन इलेक्ट्रोड से जुड़ी होती है। इन परतों के नाम क्रमशः उत्सर्जक E, आधार B एवं संग्राहक C होते हैं। उत्सर्जक में अशुद्धि की मात्रा सामान्य कोटि की होती है तथा आधार के साथ सम्पर्क क्षेत्रफल कम होता है। आधार में अशुद्धि की मात्रा अत्यन्त न्यून होती है तथा यह बहुत पतली परत के रूप में होता हैं।

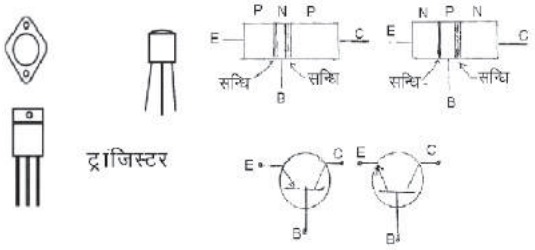
संग्राहक में अशुद्धि की मात्रा उत्सर्जक से कम परन्तु आधार से अधिक होती है। यह भाग उत्सर्जक की अपेक्षा मोटा होता है। एवं आधार के साथ सम्पर्क क्षेत्रफल अधिक होता है।

अग्र बायस में उत्सर्जक, मुख्य धारावाही को आधार में भेजता है (inject करता है)। कुछ धारावाही आधार में संयुक्त होकर आधार धारा प्रदान करते हैं, जबकि अधिकांश धारावाही संग्राहक की उत्क्रम वोल्टता से आकर्षित होकर संग्राहक धारा प्रदान करते हैं। इस प्रकार से ट्रांजिस्टर एक परिपथ की धारा को दूसरे परिपथ में प्रवाहित करता है।

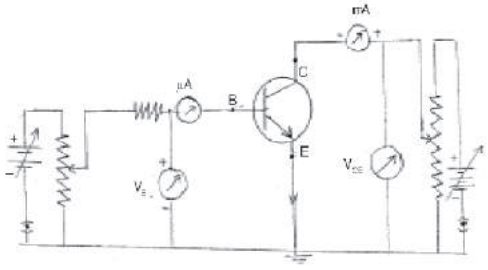
ट्रांजिस्टर विन्यास– ट्रांजिस्टर को परिपथ में संयोजित करते समय एक इलेक्ट्रोड निवेशी एवं निर्गत परिपथ के लिए उभयनिष्ठ होता है। इस दृष्टि से 3 प्रकार के संयोजन सम्भव है–

1. उभयनिष्ठ उत्सर्जक विन्यास
2. उभयनिष्ठ आधार विन्यास
3. उभयनिष्ठ संग्राहक विन्यास

उभयनिष्ठ उत्सर्जक अभिलाक्षणिक–



चित्र 10.1 ट्रांजिस्टर प्रतीक

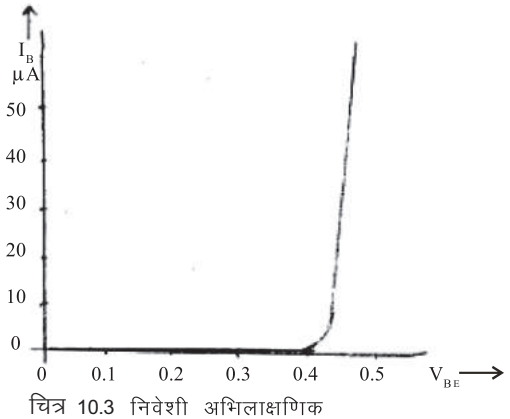


चित्र 10.2 ट्रांजिस्टर अभिलाक्षणिक परिपथ

ट्रांजिस्टर का संयोजन चित्रानुसार(चित्र 10.2)किया जाता है। आधार निवेशी, उत्सर्जक उभयनिष्ठ एवं संग्राहक निर्गत का कार्य करता है।

(i) निवेशी अभिलाक्षणिक – $V_{BE} - I_B$ वक्र को निवेशी अभिलाक्षणिक कहते हैं। निर्गत विभव V_{CE} का मान नियत रख कर, V_{BE} एवं I_B में ग्राफ प्राप्त किया जाता है। जो चित्रानुसार (चित्र 10.3) प्राप्त होता है।

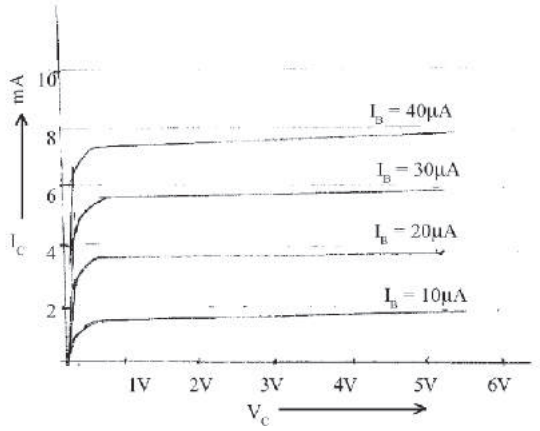
इस परिपथ में निवेशी प्रतिरोध का मान $r_i = \left(\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}=\text{नियत}}$ होता है। जो कि कुछ सौ ओम की कोटि का होता है।



चित्र 10.3 निवेशी अभिलाक्षणिक (चित्र 10.3)

(ii) निर्गत अभिलाक्षणिक– V_{CE} एवं I_C के मध्य वक्र को निर्गत अभिलाक्षणिक कहते हैं। इसके लिए I_B के एक नियत मान के लिए V_{CE} एवं I_C के मान प्रयोग द्वारा प्राप्त कर $V_{CE} - I_C$ ग्राफ खींचा जाता है। इस प्रकार I_B के विभिन्न मानों के लिए $V_{CE} - I_C$ वक्र प्राप्त करते हैं जो चित्रानुसार चित्र 10.4 प्राप्त होते हैं। निर्गत

प्रतिरोध का मान सूत्र $r_0 = \left(\frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}\right)_{I_B=\text{नियत}}$ से ज्ञात करते हैं तथा $V_{CE} - I_C$ वक्र के ढाल के व्युत्क्रम के बराबर होता है।



चित्र 10.4 **निर्गत अभिलाक्षणिक**

(iii) ट्रांसफर अभिलाक्षणिक– एक नियत निर्गत विभव V_{CE} के लिए $I_B - I_C$ वक्र को ट्रांसफर अभिलाक्षणिक कहते हैं। इस विन्यास में धारा लाभ β निम्न सूत्र से प्राप्त करते हैं। $\beta = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right)_{V_C=\text{नियत}}$

इसे अग्रधारा लाभ भी कहते हैं।

विभव लाभ A_V – यदि निवेशी विभव में परिवर्तन ΔV_i तथा इसका संगत निर्गत विभव में परिवर्तन ΔV_0 हो तो $A_V = \frac{\Delta V_0}{\Delta V_i}$ परन्तु ओम के नियम से $\Delta V_0 = \Delta I_C \times r_0$ एवं $\Delta V_i = \Delta I_B \times r_i$

अतः विभव लाभ $A_V = \beta \frac{r_0}{r_i}$

विधि –

1. यदि ट्रांजिस्टर NPN है तो चित्रानुसार (चित्र 10.2) परिपथ संयोजित करें। यदि ट्रांजिस्टर P-N-P है, तो दोनों बेटरियों तथा मीटर टर्मिनल विपरीत संयोजित करते हुए संयोजित करें। (उचित बायस में संयोजन करें)।

2. निवेशी अभिलाक्षणिक के लिए V_{CE} के एक नियत मान के लिए V_{BE} एवं I_B के मान प्राप्त करें तथा सारणीबद्ध करें।

3. V_{CE} के अन्य नियत मानों के लिए $V_{BE} - I_B$ के मान सारणीबद्ध करें।

4. इसी प्रकार निर्गत अभिलाक्षणिक के लिए I_B के लिए नियत मान के लिए $V_{CE} - I_C$ के मान प्राप्त करें एवं सारणीबद्ध करें।

5. I_B के अन्य मानों के लिए भी V_{CE} एवं I_C के मान प्राप्त करें एवं सारणीबद्ध करें।

6. $V_{BE} - I_B$ के मानों से निवेशी अभिलाक्षणिक, उचित पैमाने पर पर ग्राफ बनाकर प्राप्त करें।

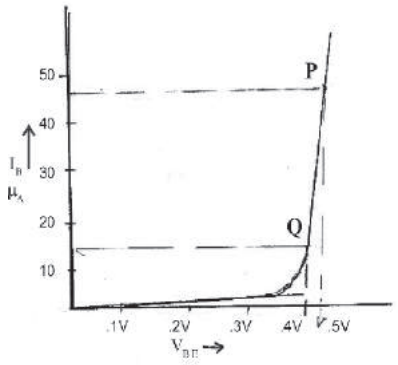
7. इसी प्रकार $V_{CE} - I_C$ के विभिन्न मानों से उचित पैमाने पर निर्गत अभिलाक्षणिक प्राप्त करें।

8. ट्रांसफर अभिलाक्षणिक के लिए V_{CE} का मान नियत रख कर I_B के मान बदल कर संगत I_C के मान प्राप्त करें।

9. I_B को X-अक्ष पर I_C को Y-अक्ष पर लेते हुए उचित पैमाने पर ग्राफ बनाओ तथा ग्राफ का ढाल ज्ञात कर, β का मान प्राप्त करें।

गणना –

(i) **r_i की गणना –** निवेशी अभिलाक्षणिक के उस भाग पर स्पर्श रेखा खींचो जो तेजी से बढ़ता हो। स्पर्श रेखा पर कोई दो बिन्दु P एवं Q चुनें तथा दोनों बिन्दुओं से V_{BE} अक्ष एवं I_B अक्ष पर लम्ब डालें। इस प्रकार दोनों अक्षों से ΔV_{BE} एवं ΔI_B के मान प्राप्त कर, r_i की गणना निम्न सूत्र से करें $r_i = \left(\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right)_{V_C = \text{नियत}}$

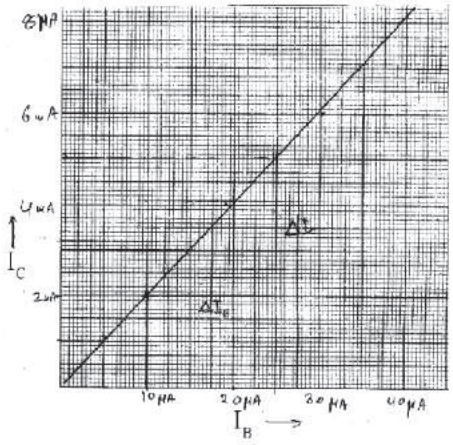


चित्र 10.5 **निवेशी अभिलाक्षणिक**

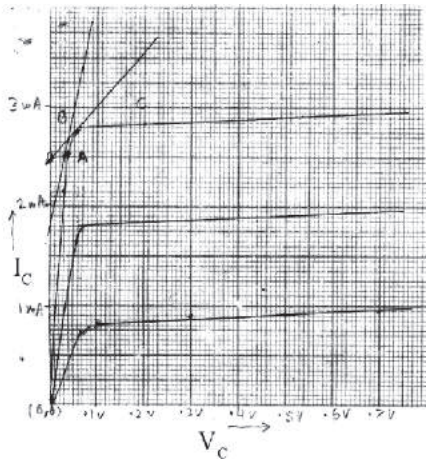
(ii) निर्गत अभिलाक्षणिक के किसी एक वक्र के तीन बिन्दुओं A, B एवं C पर स्पर्श रेखा खींच कर r_0 के मान उपरोक्त विधि से निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात करें। इसे गतिक निर्गत प्रतिरोध कहते हैं।

$$r_0 = \left(\frac{\Delta V_C}{\Delta I_C}\right)_{I_B = \text{नियत}}$$

उपरोक्त गणनाओं से स्पष्ट हो जाता है r_0 का मान क्रिया बिन्दुओं पर निर्भर करता है।



चित्र 10.6 **ट्रांसफर अभिलाक्षणिक वक्र**



चित्र 10.7 **निर्गत अभिलाक्षणिक वक्र**

(iii) ट्रांसफर अभिलाक्षणिक वक्र पर दो बिन्दु चुनें एवं I_B अक्ष एवं I_C अक्ष पर लम्ब डालकर ΔI_C एवं ΔI_B के मान प्राप्त करें। उपरोक्त मानों द्वारा धारा लाभ β का मान निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात करें–

$$\beta = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE} = \text{नियत}}$$

(vi) उपरोक्त विधि से प्राप्त r_i, r_0 एवं β के मानों का उपयोग करते हुए, सूत्र $A_V = \beta \times \frac{r_0}{r_i}$ द्वारा ट्रांजिस्टर का विभव लाभ ज्ञात करो।

परिणाम – दिए गए ट्रांजिस्टर के लिए उभयनिष्ठ उत्सर्जक परिपथ में

1. ट्रांजिस्टर के विभिन्न अभिलाक्षणिक संलग्न लेखाचित्रों के अनुसार प्राप्त हुए।
2. एक नियत V_{CE} = ... V के लिए निवेशी प्रतिरोध r_i का मान ..... Ω प्राप्त हुआ।
3. एक नियत I_B =..... μA के लिए निर्गत प्रतिरोध r_o का मान ..... Ω प्राप्त हुआ।
4. धारा (प्रवर्धन लाभ) β = ... (मात्रक हीन) प्राप्त हुआ।
5. वोल्टता लाभ ..... (मात्रक हीन) प्राप्त हुआ।