अध्याय 14

अर्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी– पदार्थ, युक्तियाँ तथा सरल परिपथ

© NCERT not to be republished

बहुविकल्पी प्रश्न I (MCQ I)

14.1 ताप में वृद्धि से किसी अर्धचालक की चालकता में वृद्धि का कारण यह है कि मुक्त धारावाहकों का–

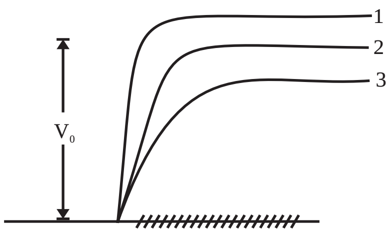
(a) संख्या घनत्व बढ़ जाता है

(b) विश्रांति काल बढ़ जाता है

(c) संख्या घनत्व तथा विश्रांति काल दोनों बढ़ जाते हैं

(d) संख्या घनत्व बढ़ जाता है और विश्रांति काल घट जाता है

14.2 चित्र 14.1 में किसी संधि डायोड के लिए संधि केन्द्र से दूर जाने पर दूरी के साथ संधि के सिरों पर विभव प्राचीर में अन्तर को दर्शाया गया है। इसमें V_o संधि के सिरों पर वह विभव प्राचीर है जो तब प्रभावी होती है जब संधि के सिरों के बीच कोई बैटरी न जुड़ी हो।



चित्र 14.1

(a) 1 एवं 3 दोनों अग्रबायसित संधि के संगत हैं।

(b) 3 अग्रबायसित संधि के संगत और 1 पश्चबायसित संधि के संगत है।

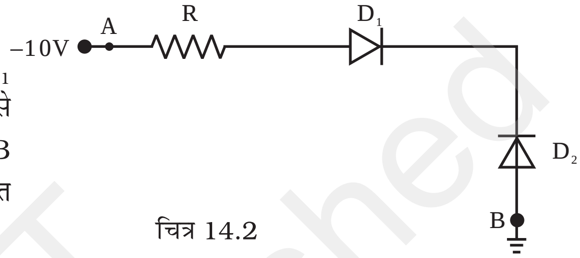
(c) 1 अग्रबायसित संधि के संगत और 3 पश्चबायसित संधि के संगत है।

(d) 3 एवं 1 दोनों पश्चबायसित संधि के संगत हैं।

14.3 चित्र 14.2 में डायोडों को आदर्श मानें तो–

(a) D_1 अग्रबायसित है और D_2 पश्चबायसित है, अत: धारा A से B की ओर प्रवाहित होती है।

(b) D_2 अग्रबायसित और D_1 पश्चबायसित है अत: B से A की ओर अथवा A से B की ओर कोई धारा प्रवाहित नहीं होती।

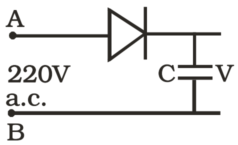


चित्र 14.2

(c) D_1 एवं D_2 दोनों अग्रबायसित हैं, अत: धारा A से B की ओर अथवा B से A की ओर प्रवाहित होती है।

(d) D_1 एवं D_2 दोनों पश्चबायसित हैं, अत: A से B की ओर अथवा B से A की ओर कोई धारा प्रवाहित नहीं होती।

14.4 220 V ac विद्युत प्रदाय बिन्दुओं A एवं B के बीच जुड़ा है (चित्र 14.3)। संधारित्र के सिरों पर विभवान्तर *V* कितना होगा?



चित्र 14.3

(a) 220V

(b) 110V

(c) शून्य

(d) $220\sqrt{2}$ V

14.5 होल होता है–

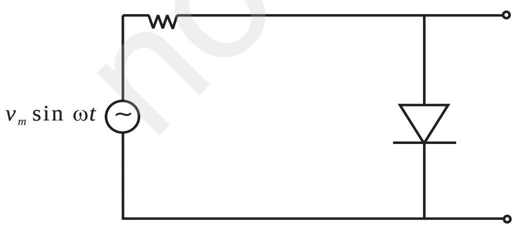
(a) इलेक्ट्रॉन का प्रतिकण।

(b) सहसंयोजी आबंध से एक इलेक्ट्रॉन दूर छिटक जाने पर उत्पन्न रिक्ति।

(c) मुक्त इलेक्ट्रॉनों की अनुपस्थिति

(d) कृत्रिम रूप से सृजित कोई कण।

14.6 चित्र 14.4 में दिए गए परिपथ का निर्गम होगा–



चित्र 14.4

(a) हर समय शून्य।

(b) किसी अर्ध तरंग दिष्टकारी की भाँति निर्गम में धनात्मक अर्ध चक्र होंगे।

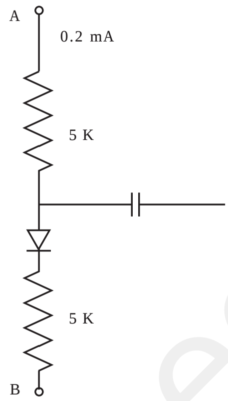
(c) किसी अर्ध तरंग दिष्टकारी की भाँति निर्गम में ऋणात्मक अर्धचक्र होंगे।

(d) किसी पूर्ण तरंग दिष्टकारी के निर्गम जैसा।

© NCERT not to be republished

14.7 चित्र 14.5 में दर्शाए परिपथ में यदि डायोड का अग्रदिश वोल्टता पात 0.3 V है, तो A एवं B के बीच विभवान्तर है-

(a) 1.3 V
(b) 2.3 V
(c) शून्य
(d) 0.5 V



चित्र 14.5

14.8 दिए गए परिपथ (चित्र 14.6) के लिए सत्यापन सारणी है-

(a)

A	B	E
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	0

(b)

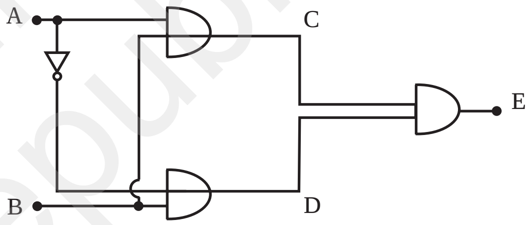
A	B	E
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(c)

A	B	E
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

(d)

A	B	E
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



चित्र 14.6

बहुविकल्पी प्रश्न II (MCQ II)

14.9 किसी अर्धचालक पर कोई विद्युत क्षेत्र अनुप्रयुक्त किए जाने पर-

(a) चालन बैंड में इलेक्ट्रॉन निम्नतर ऊर्जा स्तरों से उच्चतर ऊर्जा स्तरों की ओर गति करते हैं।

(b) चालन बैंड में इलेक्ट्रॉन उच्चतर ऊर्जा स्तरों से निम्नतर ऊर्जा स्तरों की ओर गति करते हैं।

(c) संयोजकता बैंड में होल उच्चतर ऊर्जा स्तरों से निम्नतर ऊर्जा स्तरों की ओर गति करते हैं।

© NCERT not to be republished

(d) संयोजकता बैंड में होल निम्नतर ऊर्जा स्तरों से उच्चतर ऊर्जा स्तरों की ओर गति करते हैं।

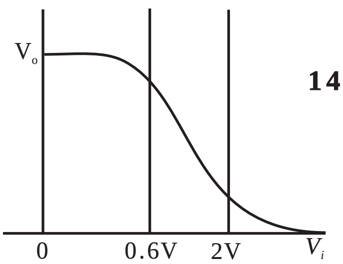
14.10 मान लीजिए किसी एक n-p-n ट्रांजिस्टर आधार-उत्सर्जक संधि को अग्रबायस तथा संग्राहक आधार संधि को पश्चबायस दिया गया है। निम्नलिखित में कौन सा/से प्रकथन सत्य है/हैं?

(a) इलेक्ट्रॉन उत्सर्जक से संग्राहक की ओर संक्रमण करते हैं।

(b) होल आधार से संग्राहक की ओर गति करते हैं।

(c) इलेक्ट्रॉन उत्सर्जक से आधार की ओर गति करते हैं।

(d) इलेक्ट्रॉन उत्सर्जक से संग्राहक में जाए बिना आधार से बाहर निकल जाते हैं।



चित्र 14.7

14.11 चित्र 14.7 में आधार बायसित CE ट्रांजिस्टर के अन्तरण अभिलक्षण दर्शाए गए हैं। निम्नलिखित में कौन से प्रकथन सत्य हैं?

(a) V_1 = 0.4V पर ट्रांजिस्टर सक्रिय अवस्था में है।

(b) V_1 = 1V पर यह प्रवर्धक की भाँति उपयोग किया जा सकता है।

(c) V_1 = 0.5V पर इसे 'ऑन' स्विच के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

(d) V_1 = 2.5V पर इसे 'ऑफ' स्विच के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

14.12 किसी n-p-n ट्रांजिस्टर परिपथ में संग्राहक धारा 10 mA है। यदि 95% उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन संग्राहक पर पहुँचते हों, तो निम्नलिखित में कौन सा/से प्रकथन सत्य है/हैं?

(a) उत्सर्जक धारा 8 mA होगी।

(b) उत्सर्जक धारा 10.53 mA होगी।

(c) आधार धारा 0.53 mA होगी।

(d) आधार धारा 2 mA होगी।

14.13 किसी डायोड के ह्रासी क्षेत्र में–

(a) कोई गतिशील आवेश नहीं होते।

(b) समान संख्या में इलेक्ट्रॉन एवं होल होते हैं जिससे क्षेत्र उदासीन हो जाता है।

(c) होलों और इलेक्ट्रॉनों का पुनर्संयोजन हो जाता है।

(d) आवेशयुक्त निश्चल आयन विद्यमान होते हैं।

14.14 जेनर डायोड की नियामक क्रिया के समय क्या होता है?

(a) जेनर डायोड में प्रवाहित धारा और इसके सिरों पर वोल्टता स्थिर रहती है।

(b) श्रेणीक्रम में लगे प्रतिरोध (R_S) से प्रवाहित धारा परिवर्तित होती है।

(c) जेनर प्रतिरोध नियत रहता है।

(d) जेनर डायोड प्रतिरोध में परिवर्तन होता है।

© NCERT not to be republished

14.15 किसी दिष्टकारी परिपथ में संधारित्र फिल्टर द्वारा तरंगिकाओं के आयाम को घटाने के लिए-

(a) R_L को बढ़ाना चाहिए।

(b) निवेश आवृत्ति घटानी चाहिए।

(c) निवेश आवृत्ति बढ़ानी चाहिए।

(d) अधिक धारिता के संधारित्रों का उपयोग करना चाहिए।

14.16 पश्च बायसित p-n संधि डायोड में भंजन की संभावना किसके कारण अधिक होती है?

(a) यदि मादन सांद्रता कम है तो अल्पांश आवेश वाहकों के उच्च वेग के कारण।

(b) यदि मादन सांद्रता अधिक है तो अल्पांश आवेश वाहकों के उच्च वेग के कारण।

(c) यदि मादन सांद्रता कम है तो ह्रासी क्षेत्र में प्रबल विद्युत क्षेत्र के कारण।

(d) यदि मादन सांद्रता अधिक है तो ह्रासी क्षेत्र में प्रबल विद्युत क्षेत्र के कारण।

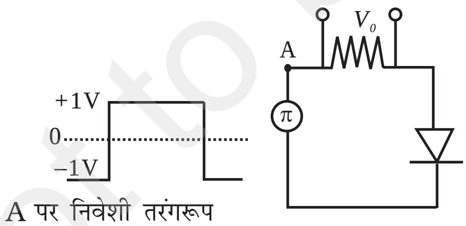
अति लघुउत्तरीय (VSA)

14.17 सिलिकन या जर्मेनियम के मादन के लिए तात्विक मादकों का चयन प्राय: या तो समूह XIII अथवा समूह XV के तत्वों में से ही क्यों किया जाता है?

14.18 Sn, C, तथा Ge, Si सभी समूह XIV के तत्व हैं। फिर भी Sn चालक है, C विद्युतरोधी है जबकि Si एवं Ge अर्धचालक हैं। ऐसा क्यों है?

14.19 क्या p-n संधि के सिरों पर विभव प्राचीर की माप केवल संधि पर वोल्टतामापी जोड़ कर की जा सकती है?

14.20 प्रतिरोधक के सिरों के बीच निर्गम तरंगरूप बनाइए (चित्र 14.8)।



चित्र 14.8

14.21 प्रवर्धकों X, Y एवं Z को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है। यदि X, Y एवं Z की वोल्टता लब्धि क्रमश: 10, 20 एवं 30 और निवेश सिग्नल का शिखर मान 1 mV है, तो निर्गत सिग्नल वोल्टता का शिखर मान क्या होगा, जबकि

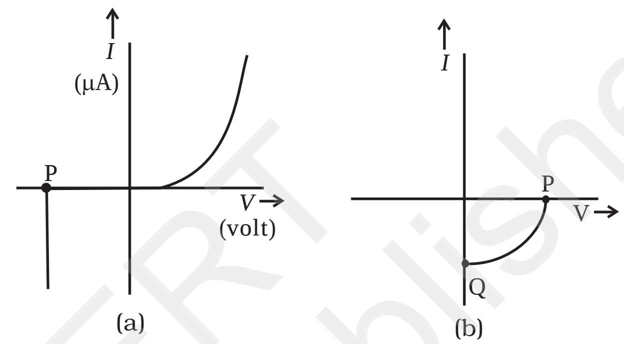
(i) dc प्रदाय वोल्टता 10V है?

(ii) dc प्रदाय वोल्टता 5V है?

14.22 किसी CE ट्रांजिस्टर प्रवर्धक परिपथ से कोई धारा और वोल्टता लब्धि संबद्ध है। दूसरे शब्दों में, कोई शक्ति-लब्धि होती है? शक्ति को ऊर्जा की माप मानते हुए क्या इस परिपथ में ऊर्जा संरक्षण का उल्लंघन होता है?

लघुउत्तरीय (SA)

14.23



चित्र 14.9

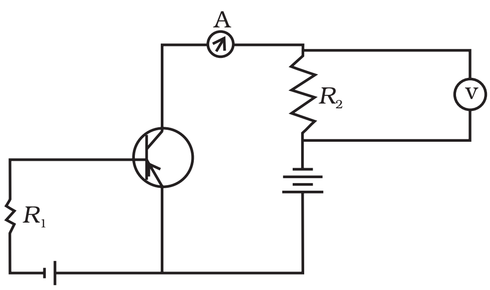
(i) उस डायोड के प्रकार का नाम लिखिए जिसके अभिलक्षणिक चित्र 14.9 (a) एवं (b) में दर्शाए गए हैं।

(ii) चित्र 14.9 (a) में बिन्दु P क्या निरूपित करता है?

(iii) चित्र 14.9 (b) में बिन्दु P एवं Q क्या निरूपित करते हैं?

14.24 तीन फोटो डायोड D_1, D_2 एवं D_3 ऐसे अर्धचालकों से बनाए गए हैं जिनके बैंड अंतराल क्रमश: 2.5 eV, 2 eV एवं 3 eV हैं। इनमें से कौन सा डायोड 6000Å तरंगदैर्घ्य के प्रकाश का संसूचन करने योग्य होगा?

14.25 यदि प्रतिरोध R_1 बढ़ाया जाता है (चित्र 14.10) तो एमीटर तथा वोल्टमीटर के पाठ्यांकों में क्या परिवर्तन होंगे?



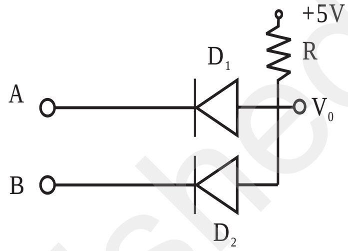
चित्र 14.10

14.26 दो कार गैराजों का एक उभयनिष्ठ स्वचालित प्रवेश द्वार है जो किसी भी एक गैराज में किसी कार के प्रवेश करने पर या दोनों गैराजों में कारों के प्रवेश करने पर अपने आप से खुल जाता है। डायोडों का उपयोग करके इस प्रकार की स्थिति के लिए परिपथ बनाइए।

14.27 किसी ट्रांजिस्टर का उपयोग करके NOT द्वार प्राप्त करने के लिए आप परिपथ कैसे स्थापित करेंगे?

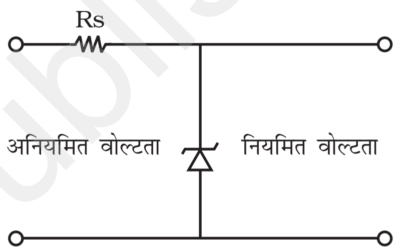
14.28 स्पष्ट कीजिए कि तात्विक अर्धचालकों का उपयोग दृष्य LEDs बनाने में क्यों नहीं किया जा सकता।

14.29 चित्र 14.11 में दिए गए परिपथ की सत्यमान सारणी बनाइए। परिपथ के तुल्य तर्क द्वार का नाम लिखिए।



चित्र 14.11

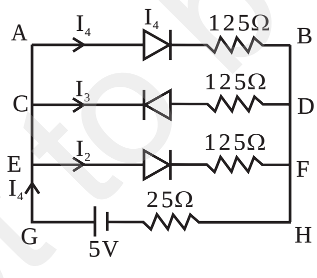
14.30 1 W शक्ति सीमांक के किसी जेनर डायोड को वोल्टता नियामक के रूप में उपयोग किया जाना है। यदि जेनर की भंजन वोल्टता 5V है और इसे 3V और 7V के बीच उच्चावचन की वोल्टता का नियमन करना है तो इसके निरापद प्रचालन के लिए किस मान के Rs का उपयोग किया जाना चाहिए (चित्र 14.12)?



चित्र 14.12

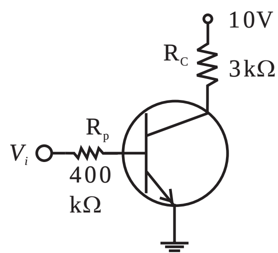
दीर्घउत्तरीय (LA)

14.31 यदि चित्र 14.13 में दर्शाए गए प्रत्येक डायोड का अग्रबायस प्रतिरोध 25Ω तथा पश्च बायस प्रतिरोध अनन्त हो, तो धारा I_1, I_2, I_3 एवं I_4 के मान क्या होंगे?



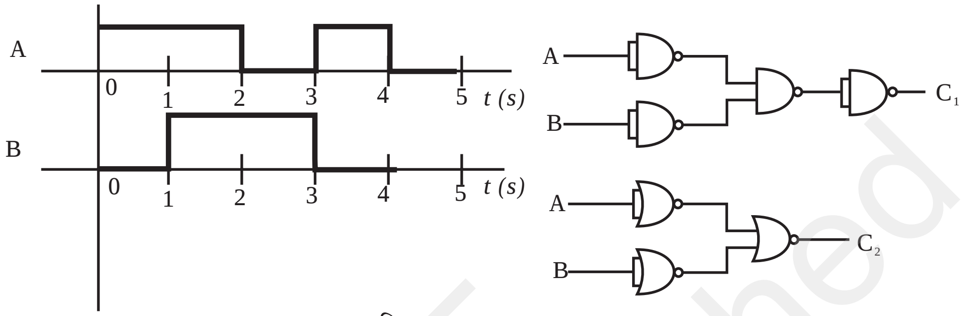
चित्र 14.13

14.32 चित्र 14.14 में दर्शाए गए परिपथ में जब आधार प्रतिरोध पर निवेश वोल्टता 10V है, तो V_{be} शून्य है तथा V_{ce} भी शून्य है। I_b, I_c तथा β के मान ज्ञात कीजिए।



चित्र 14.14

14.33 चित्र 14.15 में द्वारों के दिए गए संयोजनों के निर्गम सिग्नलों C_1 एवं C_2 को आरेखित कीजिए।

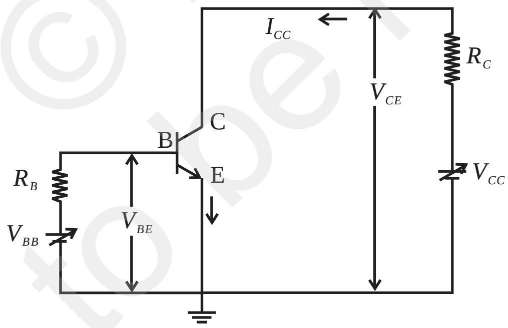


चित्र 14.15

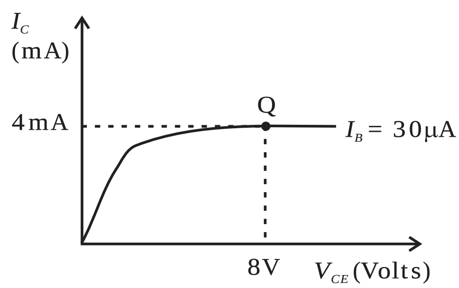
14.34 CE विन्यास में n-p-n ट्रांजिस्टर के निवेश और निर्गम अभिलक्षणिकों का अध्ययन करने के लिए चित्र 14.16 (a) में दिए गए परिपथ पर विचार कीजिए।

यदि किसी ट्रांजिस्टर के लिए $V_{BE} = 0.7$ V है, तो R_B और R_C के ऐसे मानों का चयन कीजिए जिनके लिए ट्रांजिस्टर चित्र 14.16 (b) में दर्शाए अभिलक्षणिक बिन्दु Q पर प्रचालित हो।

दिया है कि ट्रांजिस्टर का निवेश प्रतिबाधा बहुत कम है तथा $V_{CC} = V_{BB} = 16$ V है। उपयुक्त पूर्वधारणाओं का उल्लेख करते हुए परिपथ की वोल्टता लब्धि तथा शक्ति लब्धि भी ज्ञात कीजिए।

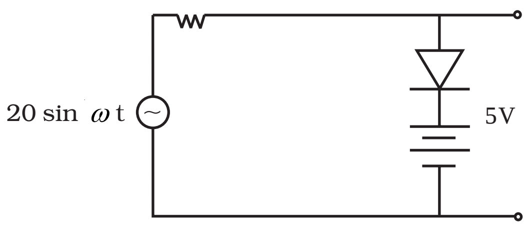


चित्र 14.16 (a)



चित्र 14.16 (b)

14.35 यह मानते हुए कि डायोड एक आदर्श डायोड है चित्र 14.17 में दिए गए परिपथ का निर्गम तरंगरूप बनाइए। इस तरंग रूप की व्याख्या कीजिए।



चित्र 14.17

14.36 मान लीजिए किसी Si क्रिस्टल, जिसमें 5×10^{28} परमाणु प्रति घन मीटर हैं, को As की 1ppm सांद्रता द्वारा मादित करके *n*-प्रकार के अर्धचालक की कोई परत बनाई गई है। इसके पृष्ठ पर बोरॉन की 200 ppm सांद्रता से मादित 'P' क्षेत्र निर्मित किया गया है। यह मानते हुए कि $n_i = 1.5 \times 10^{16}\ m^{-3}$, (i) n तथा p क्षेत्रों में आवेश वाहकों का संख्या घनत्व परिकलित कीजिए। (ii) टिप्पणी कीजिए कि डायोड को पश्चबायसित करने पर कौन से आवेश-वाहक व्युत्क्रम संतृप्ति धारा के निर्माण में अधिकांश योगदान करेंगे?

14.37 किसी X-OR द्वार की सत्यमान सारणी नीचे दी गई है:

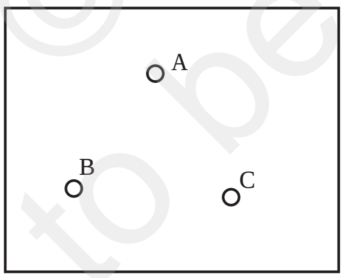
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

इसे निम्नलिखित तर्क संबंध द्वारा निरूपित किया गया है

$$Y = \bar{A}.B + A.\bar{B}$$

इस द्वार की रचना AND, OR एवं NOT द्वारों का उपयोग करके कीजिए।

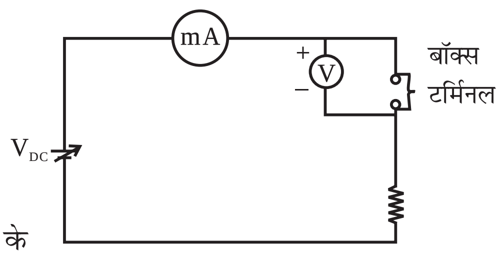
14.38 किसी बॉक्स जिसके शीर्ष भाग पर, चित्र 14.18 (a) में दर्शाए अनुसार तीन टर्मिनल लगे हैं, पर विचार कीजिए:



चित्र 14.18 (a)

किसी व्यवस्था में इन टर्मिनलों के सिरों पर तीन अवयव से दो जर्मेनियम डायोड और एक प्रतिरोधक संयोजित किए गए हैं। कोई विद्यार्थी प्रयोग करते समय इन तीन टर्मिनलों में से किन्हीं दो को जोड़कर चित्र 14.18 (b) में दर्शाए अनुसार परिपथ बनाता है।

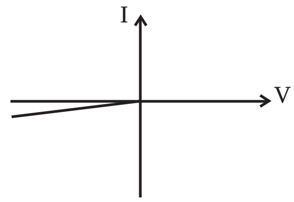
वह विद्यार्थी परिपथ में इन दो टर्मिनलों के बीच जुड़े अवयवों के अज्ञात संयोजन के लिए धारा-वोल्टता अभिलक्षणिक प्राप्त करता है।



चित्र 14.18 (b)

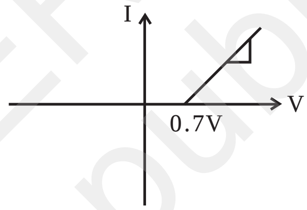
ये ग्राफ इस प्रकार हैं

(i) जब A धनात्मक एवं B ऋणात्मक है:



चित्र 14.18 (c)

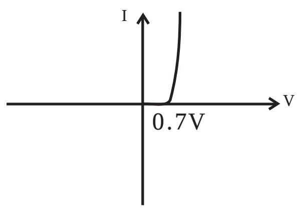
(ii) जब A ऋणात्मक एवं B धनात्मक है:



$\frac{1}{\text{प्रवणता}} = 1000\Omega$

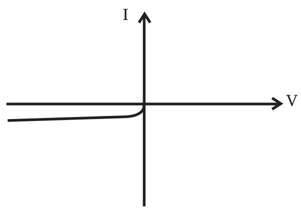
चित्र 14.18 (d)

(iii) जब B ऋणात्मक एवं C धनात्मक है:



चित्र 14.18 (e)

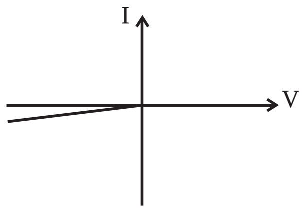
(iv) जब B धनात्मक एवं C ऋणात्मक है:



चित्र 14.18 (f)

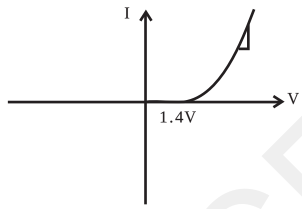
© NCERT not to be republished

(v) जब A धनात्मक एवं C ऋणात्मक है:



चित्र 14.18 (g)

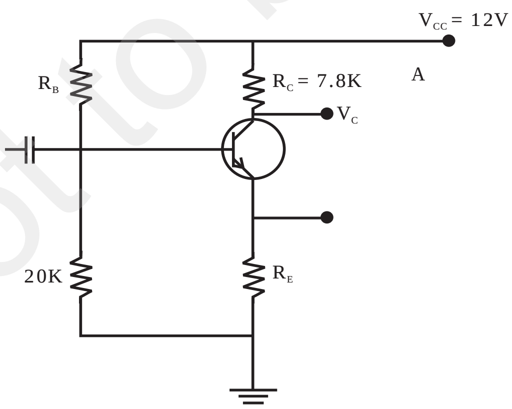
(vi) जब A ऋणात्मक एवं C धनात्मक है:



चित्र 14.18 (h)

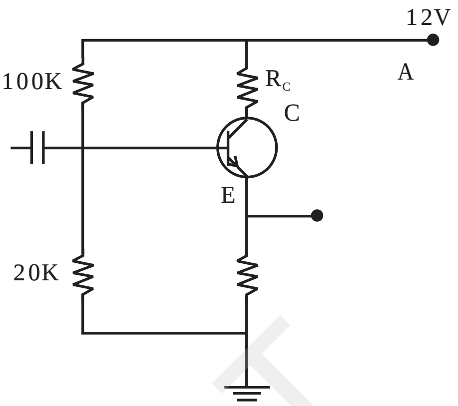
चित्र 14.18 (c) से (h) तक में दर्शाए धारा-वोल्टता अभिलक्षणिकों के ग्राफों के आधार पर A, B एवं C के बीच लगे अवयवों की व्यवस्था का निर्धारण कीजिए।

14.39 चित्र 14.19 में दर्शाए गए ट्रांजिस्टर परिपथ के लिए V_E, R_B, एवं R_E का परिकलन कीजिए। दिया है: I_C = 1 mA, V_{CE} = 3V, V_{BE} = 0.5 V तथा
V_{CC} = 12 V
β = 100



चित्र 14.19

14.40 चित्र 14.20 में दर्शाए परिपथ में R_C का मान ज्ञात कीजिए।



चित्र 14.20

© NCERT not to be republished