Chapter 28
संचार

संचार शब्द से हमारा तात्पर्य सूचना को भेजना, ग्रहण करना एवं इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों द्वारा इसे विद्युत संकेतों में बदलना है।

संचार व्यवस्था की मूल इकाइयाँ
(Basic Communication System)

एक संचार व्यवस्था मुख्य रूप से एक सूचना स्त्रोत, एक प्रेषक, एक चैनल एवं एक संग्राहक से मिलकर बनी होती है।

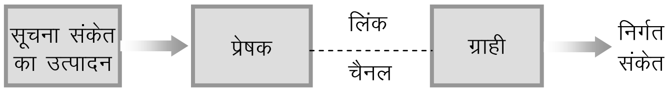


Fig. 28.1

(1) **सूचना** (Information) **:** वह विचार/संदेश जिसे एक स्थान से दूसरे स्थान तक भेजा जाना है, ''सूचना'' कहलाती है। संदेश एकल या कई संदेशों से मिलकर बना हो सकता है।

(2) **संप्रेषक** (Transmitter) **:** रेडियो संचार में, प्रेषक एक ट्रांसड्यूसर, मॉडूलेटर, एम्प्लीफायर एवं प्रेषक एण्टीना से मिलकर बना होता है।

ट्रांसड्यूसर : ध्वनि संकेतों को विद्युत संकेतों में परिवर्तित करता है।

मॉडूलेटर : विद्युत संकेत को उच्च आवृत्ति की वाहक तरंगों पर अध्यारोपित करता है।

एम्प्लीफायर : मॉडूलेटेड संकेत की शक्ति को बढ़ाता है।

एण्टीना : इसकी सहायता से मॉडूलित संकेत को आकाश में उत्सर्जित किया जाता है।

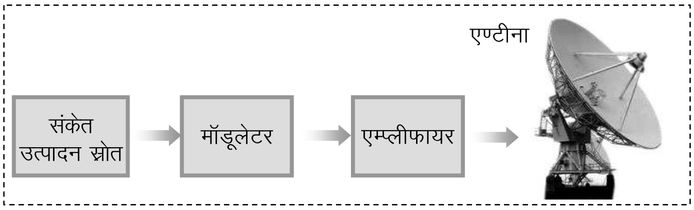


Fig. 28.2 : संप्रेषक

(3) **संचार चैनल :** संचार चैनल का कार्य मॉडूलित संकेत को संप्रेषक से ग्राही तक ले जाना है। संचार चैनल को संचरण माध्यम या लिंक भी कहते है।

Table 28.1 : विभिन्न चैनल

संचार के प्रकार	चैनल या लिंक
रेडियो संचार	मुक्त आकाश
टेलीफोन एवं टेलीग्राफी संचार	संचरण लाइन
प्रकाशीय संचरण	प्रकाशीय तन्तु

(4) **ग्राही** (Receiver) **:** ग्राही के मुख्य भाग निम्न हैं

ग्राही एण्टीना : संकेत ग्रहण करता है

डिमॉडूलेटर : मॉडूलित संकेत से ध्वनि संकेत को अलग-अलग करता है।

एम्प्लीफायर : दुर्बल ध्वनि संकेत (विद्युत संकेत के रूप में) को शक्ति प्रदान करता है।

ट्रांसड्यूसर : पुनः ध्वनि संकेत को विद्युत रूप से ध्वनि तरंगों में रूपान्तरित करता है।

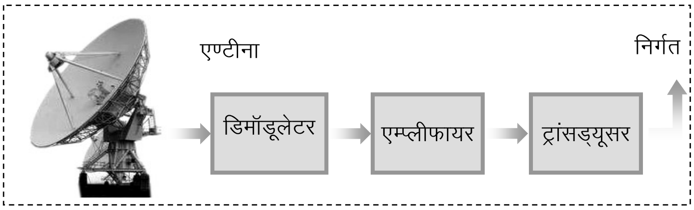


Fig. 28.3 : ग्राही

संचार तंत्रों का वर्गीकरण
(Types of Communication System)

संचार तंत्रों को सूचना की प्रकृति या संचरण की विधा या संचरण चैनल के प्रकार के आधार पर वर्गीकृत कर सकते हैं

(1) सूचना स्रोत की प्रकृति के आधार पर

(i) वाक्-संप्रेषण (रेडियो)

(ii) चित्र-संपेषण (TV)

(iii) **प्रतिचित्र-संप्रेषण** (FAX) : इसके द्वारा किसी स्थिर महत्वपूर्ण कागजातों या चित्रों का पुर्नउत्पादन किया जाता है।

(2) संप्रेषण की प्रणाली के आधार पर

(i) **अनुरूप संचार :** इस संचार व्यवस्था में अनुरूप संकेतों (Analog signals) का उपयोग किया जाता है।

Table 28.2 : संचार तंत्र के कुछ अनुरूप संकेत

तंत्र (System)	अभिलक्षण (Specification)
टेलीग्राफी	संदेश को एक निश्चित कोड के रूप में भेजा जाता है।
टेलीविजन ब्रॉडकास्ट	दोनों ध्वनि एवं चित्रों को भेजा जाता है।
टेलीफोन	इसके द्वारा आवाज़ संकेत को एक स्थान से दूसरे स्थान तक एक तार की सहायता से भेजा जाता है।
रेडार	रेडियो संसूचन एवं सर्वेक्षण। इसकी सहायता से सूक्ष्म-तरंगों का उपयोग करके किसी वस्तु की दूरी एवं दिशा ज्ञात की जा सकती है।
टेली-प्रिंटिंग	संकेत को टाइप करके दूर स्थित ग्राही को टेलीग्राफ कर सकते हैं।

(ii) **अंकीय संचार :** इसमें अंकीय संकेतों का उपयोग किया जाता है।

Table 28.3 : संचार तंत्र के कुछ अंकीय (Digital) संकेत

तंत्र (System)	अभिलक्षण (Specification)
प्रतिचित्रण (FAX)	इसके द्वारा किसी तस्वीर या कागजात का सही-सही पुर्नउत्पादन किया जाता है।
मोबाइल फोन	इन टेलीफोनों को सेल्यूलर फोन भी कहते हैं, क्योंकि ये एक निश्चित रेडियो-सेल परिपथ में कार्य करते हैं।
ई-मेल	कम्प्यूटर नेटवर्क द्वारा भेजे गये संदेश को ई-मेल कहते है।
टेली कॉन्फ्रेस	इस तंत्र में व्यक्ति TV के सामने बैठकर एक कम्प्यूटर नेटवर्क द्वारा एक दूसरे को देख सकते हैं एवं परस्पर बातचीत कर सकते हैं।
संचार उपग्रह	टेलीविजन एवं रेडियो प्रोग्रामों के प्रसारण में उपयोग होता है।
ग्लोबल पॉजीशनिंग तंत्र (GPS)	यह पृथ्वी के चारों ओर घूम रहे कृत्रिम उपग्रहों पर आधारित तंत्र है। इसकी सहायता से किसी वस्तु की स्थिति 100 मीटर सीमान्त सत्यता के अन्तर्गत ज्ञात कर सकते हैं।

(3) संप्रेषण चैनल के आधार पर

(i) लाइन संचार (ii) अन्तरिक्ष संचार

(4) मॉड्यूलेशन के प्रकार के आधार पर

(i) आयाम मॉडूलेशन (AM)

(ii) आवृत्ति मॉडूलेशन (FM)

(iii) कला मॉडूलेशन (PM)

(iv) स्पंदन आयाम मॉडूलेशन (PAM)

(v) स्पंदन समय मॉडूलेशन (PTM)

(vi) स्पंदन कोड मॉडूलेशन (PCM)

अनुरूप एवं अंकीय संकेत (Analog and Digital Signals)

संचार तंत्र में संकेत (Signal) का अर्थ एक समय परिवर्ती विद्युत संकेत से है, जिसमें सूचना निहित होती है।

(1) **अनुरूप संकेत** (Analog signals) : सतत् रूप से परिवर्ती संकेत (वोल्टेज या धारा) अनुरूप संकेत कहलाते हैं।

(i) इस प्रकार के संकेतों को सूचना स्रोत से एक उचित ट्रांसड्यूसर का उपयोग करके उत्पन्न करते हैं। जैसे ध्वनि तरंगों में होने वाले दाब परिवर्तनों को एक माइक्रोफोन द्वारा संगत वोल्टेज या धारा स्पंदनों में परिवर्तित कर लेते हैं।

(ii) एक साधारण अनुरूप संकेत को एक sine तरंग द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

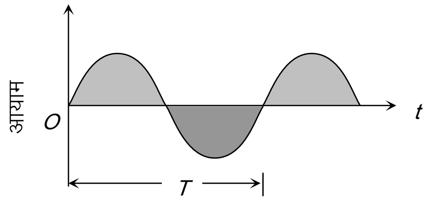


Fig. 28.4

(iii) चाल या संगीत से सम्बद्ध अनुरूप संकेतों की आवृत्ति परास 20 *Hz* से 20 *KHz* है।

(iv) वह परास जिस तक एक संकेत की आवृत्ति परिवर्तित होती है। बैण्ड चौड़ाई (Width) कहलाती है।

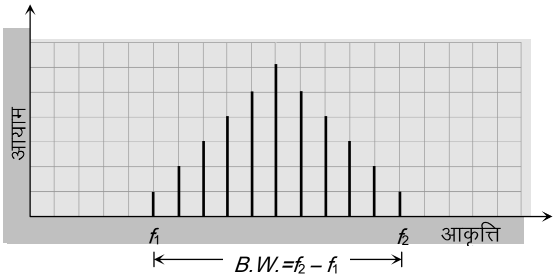


Fig. 28.5

(v) सूचना स्रोत द्वारा प्राप्त संकेत आवृत्तियों के बैण्ड को बेस बैण्ड कहते हैं।

(vi) एक संकेत अलग-अलग आवृत्तियों की दो या दो से अधिक तरंगों से बना हो सकता हो ऐसे संकेत को मिश्रित अनुरूप संकेत कहते हैं।

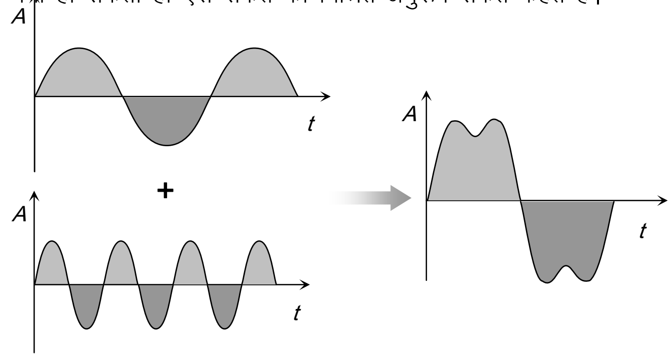


Fig. 28.6

(2) **अंकीय संकेत** (Digital signals) : अंकीय संकेत समय का असंतत फलन है। इस संकेत के केवल 2 विविक्त मान हो सकते हैं। इसे आधार 2 वाले द्विआधारीय अंक (0) ओर (1) द्वारा व्यक्त करते हैं।

0 और 1 को बिट (Bit) कहते हैं। बिट के समूह को बाइट (Byte) कहते हैं।

दो बिट से मिलकर बने बाइट द्वारा चार कोड समूह व्यक्त होते हैं, अर्थात् 00, 01, 10 एवं 11

एक बाइट में बिट की संख्या बढ़ाकर कोड समूहों की संख्या बढ़ा सकते हैं। एक बाइट द्वारा व्यक्त कोड समूहों की संख्या $N = 2^x$, यहाँ x = एक बाइट में बिटों की संख्या है।

एक अंकीय संकेत को व्यक्त करने वाली प्रति सेकण्ड द्विआधारीय अंकों (बिट) की संख्या बिट दर (Bit-rate)। बिट दर को बिट प्रति सेकण्ड (bps) से व्यक्त करते हैं।

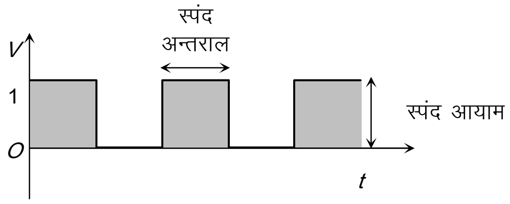


Fig. 28.7

मॉडूलेशन (Modulation)

(1) सामान्यतः भेजे जाने वाले अंकीय एवं अनुरूप संकेतों की आवृत्ति कम होती है। अतः इन्हें इनके मूलरूप में नहीं भेजा जा सकता है।

(2) इन संकेतों को भेजने के लिए वाहक की आवश्यकता होती है। ये वाहक उच्च आवृत्ति की तरंगें (संकेत) होती हैं।

(3) अल्प आवृत्ति के संकेत को उच्च आवृत्ति के संकेत पर लादना मॉडूलेशन कहलाता है।

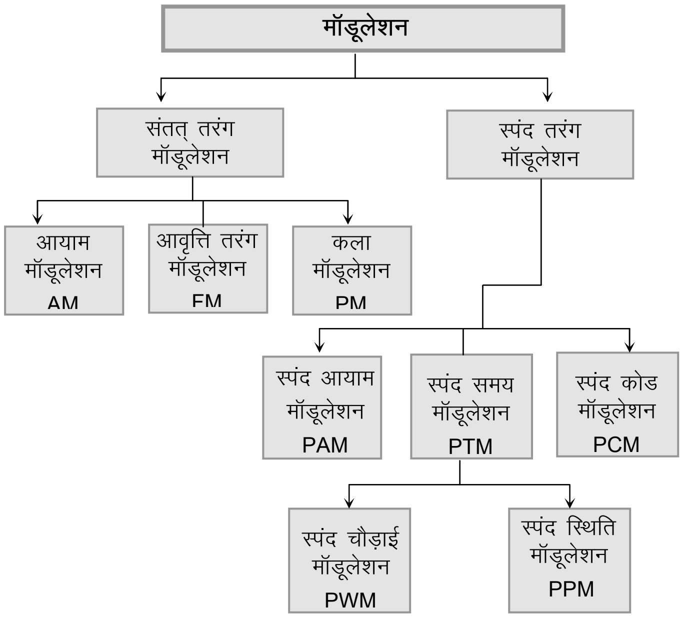


Fig. 28.8

(4) **मॉडूलेशन की आवश्यकता** : ध्वनि तरंगों (20 *Hz* से 20 *KHz*) को सीधे एक-स्थान से दूसरे स्थान तक नहीं भेजा जा सकता है इसके कारण निम्नलिखित हैं

(i) **एण्टीना की लम्बाई** : सैद्धान्तिक रूप से तरंग संचरण में प्रयुक्त एण्टीना की लम्बाई लगभग तरंग की तरंग-लम्बाई के बराबर होनी चाहिए। 15 *KHz* आवृत्ति की तरंग के संचरण के लिए एण्टीना की लम्बाई 5000 मीटर (बहुत अधिक) एवं 1 *MHz* के लिए 75 मीटर होनी चाहिए।

15 *Hz* से कम आवृत्ति के संकेत को भेजने के लिए एण्टीना से उत्सर्जित ऊर्जा व्यवहारिक रूप से शून्य है।

(ii) **संसूचक संकेत** : सभी श्रृव्य संकेतों की परास 20 *Hz* से 20 *KHz* है, इसलिए स्रोत से उत्पन्न संकेत वायु में बुरी तरह एक दूसरे से मिल जाते हैं।

परिणामस्वरूप ग्राही सिरे पर प्रसारण संकेतों को अलग-अलग करना एवं संसूचित करना बहुत कठिन होगा। इन कारणों से स्पष्ट है कि अल्प आवृत्ति के संकेतों के प्रसारण के लिए इनका मॉडूलेशन आवश्यक है। अतः एण्टीना की लम्बाई कम करने, संकेत के सही संसूचन एवं बीच में ही संकेत अपने आप समाप्त न हो, इसके लिए मॉडूलेशन अति आवश्यक है।

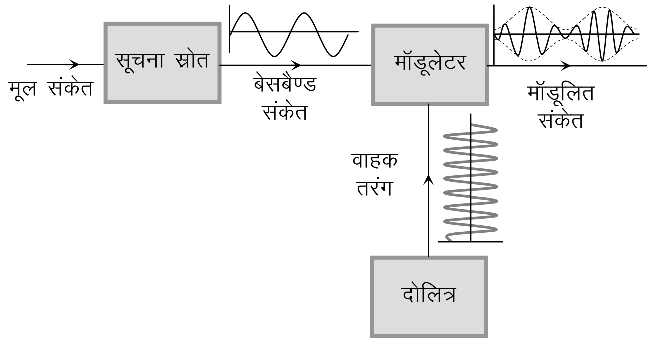
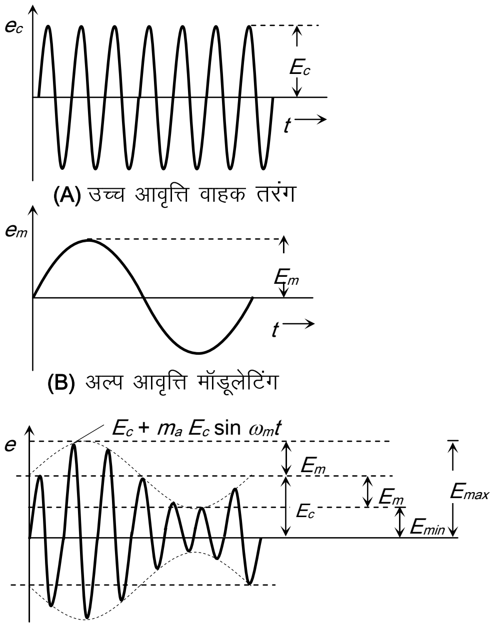


Fig. 28.9

आयाम मॉडूलेशन (Amplitude Modulation (AM))

जब संकेत तरंग के आयाम (तीव्रता) के अनुसार वाहक तरंग के आयाम में परिवर्तन किया जाता है तो इस प्रक्रिया को आयाम मॉडूलेशन कहते (AM) है।

आयाम मॉडूलेशन में वाहक तरंग की आवृत्ति एवं कला अपरिवर्तित रहती है।



(A) उच्च आवृत्ति वाहक तरंग

(B) अल्प आवृत्ति मॉडूलेटिंग

(C) AM तरंग

Fig. 28.10

(1) **आयाम मॉडूलेशन गुणांक :** वाहक तरंग के आयाम में परिवर्तन और मूल वाहक तरंग के आयाम का अनुपात मॉडूलेशन गुणांक या मॉडूलेशन की कोटि कहलाता है।

$$m_a = \frac{\text{वाहक तरंग के आयाम में परिवर्तन}}{\text{मूल वाहक तरंग का आयाम}} = \frac{kE_m}{E_c}$$

यहाँ k = एक अन्य गुणांक है जो दिये गये संकेत (Modulating signal) के आयाम E_m के लिए वाहक तरंग के आयाम के अधिकतम परिवर्तन को निर्धारित करता है। यदि $k = 1$ तब $m_a = \frac{E_m}{E_c} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max} + E_{\min}}$

यदि एक वाहक तरंग कई संकेतों (Modulating signals) के अनुसार मॉडूलित होती है तब कुल मॉडूलेशन गुणांक

$$m_t = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + ...}$$

(2) **AM तरंग का वोल्टेज समीकरण :** माना वाहक तरंग एवं मॉडूलेटिंग तरंग के समीकरण $e_c = E_c \cos \omega_c t$ एवं $e_m = E_m \sin \omega_m t = mE_c \sin \omega_m t$ हैं

यहाँ e_c = वाहक तरंग का तात्क्षणिक वोल्टेज, E_c = वाहक तरंग का आयाम, $\omega_c = 2\pi f_c =$ वाहक आवृत्ति पर कोणीय वेग f_c, e_m = मॉडूलेटिंग संकेत का तात्क्षणिक वोल्टेज, E_m = मॉडूलेटिंग तरंग, $\omega_m = 2\pi f_m =$ मॉडूलेटिंग आवृत्ति पर कोणीय वेग f_m

परिणामी आयाम तरंग का समीकरण

$$e = E \sin \omega_c t = (E_c + e_m) \sin \omega_c t = (E_c + e_m \sin \omega_m t) \sin \omega_c t$$

$$= E_c \sin \omega_c t + \frac{m_a E_c}{2} \cos(\omega_c - \omega_m)t - \frac{m_a E_c}{2} \cos(\omega_c + \omega_m)t$$

उपरोक्त AM तरंग तीन तरंगों के योग के तुल्य है। एक का आयाम E_c एवं अन्य दोनों तरंगों का आयाम $\frac{m_a E_c}{2}$ है।

(3) साइड बैण्ड आवृत्तियाँ एवं AM तरंग की बैण्ड चौड़ाई

(i) **साइड बैण्ड आवृत्तियाँ :** AM तरंग में तीन आवृत्तियाँ $f_c, (f_c + f_m)$ एवं $(f_c - f_m)$ निहित हैं। f_c वाहक आवृत्ति एवं $(f_c + f_m)$ एवं $(f_c - f_m)$ साइड बैण्ड आवृत्तियाँ कहलाती हैं।

$(f_c + f_m)$: उच्च साइड बैण्ड (USB) आवृत्ति

$(f_c - f_m)$: निम्न साइड बैण्ड (LSB) आवृत्ति

सामान्यतः साइड बैण्ड आवृत्तियाँ, वाहक आवृत्ति के आस-पास होती हैं।

(ii) **बैण्ड चौड़ाई :** साइड बैण्ड आवृत्तियाँ वाहक आवृत्ति के दोनों ओर आवृत्ति अन्तराल f_m पर स्थित होती हैं।

अतः बैण्ड चौड़ाई $= (f_c + f_m) - (f_c - f_m) = 2f_m$

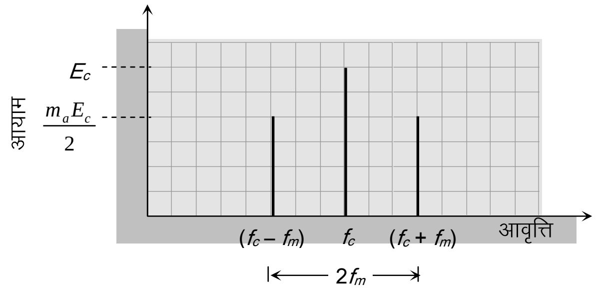


Fig. 28.11

(4) **AM तरंग में शक्ति** : किसी परिपथ में व्यय शक्ति $P = \frac{V_{rms}^2}{R}$ । अतः (i)

वाहक तरंग की शक्ति $P_c = \frac{\left(\frac{E_c}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} = \frac{E_c^2}{2R}$

(ii) साइड बैण्डों की शक्ति $P_{sb} = \frac{\left(\frac{m_a E_c}{2\sqrt{2}}\right)^2}{R} + \frac{\left(\frac{m_a E_c}{2\sqrt{2}}\right)}{R} = \frac{m_a^2 E_c^2}{4R}$

(iii) AM तरंग की शक्ति $P_{कुल} = P_c + P_{sb} = \frac{E_c^2}{2R}\left(1 + \frac{m_a^2}{2}\right)$

(iv) $\frac{P_t}{P_c} = \left(1 + \frac{m_a^2}{2}\right)$ एवं $\frac{P_{sb}}{P_t} = \frac{m_a^2/2}{\left(1 + \frac{m_a^2}{2}\right)}$

(v) AM तरंग की शक्ति अधिकतम होगी। यदि $m_a = 1$ अर्थात् $P_t = 1.5P = 3P_{sb}$

(vi) यदि I_c = अन मॉडूलित धारा एवं I_t = कुल या मॉडूलित धारा हो तब $\Rightarrow \frac{P_t}{P_c} = \frac{I_t^2}{I_c^2} \Rightarrow \frac{I_t}{I_c} = \sqrt{\left(1 + \frac{m_a^2}{2}\right)}$

(5) आयाम मॉडूलेशन की सीमा

(i) कोलाहल पूर्ण स्वीकरण (ii) निम्न दक्षता

(iii) लघु संचालित परास (iv) श्रव्य गुण का अभाव

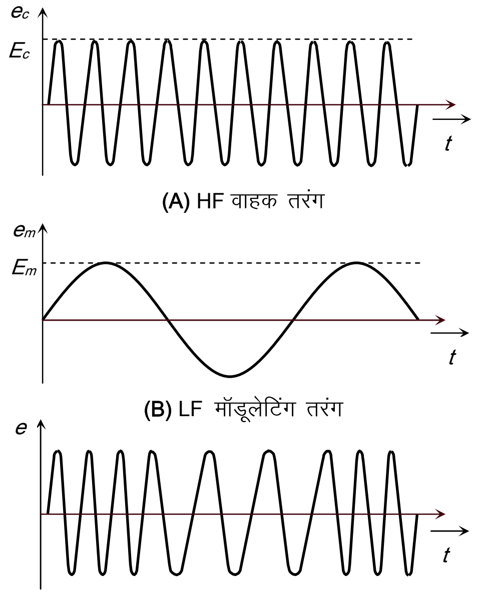
आवृत्ति मॉडूलेशन (Frequency Modulation (FM))

जब वाहक तरंग की आवृत्ति संकेत तरंग (Modularity wave) की आवृत्ति के अनुसार परिवर्तित होती है तो यह आवृत्ति मॉडूलेशन कहलाता है।

(1) AM की श्रृव्यता (Audio quality) बहुत खराब होती है। इसे सही करने के लिए आयाम परिवर्तन को शून्य करना होगा (अर्थात् वाहक तरंग का आयाम नियत रखना होगा) FM संचरण में इसे ही ठीक किया जाता है।

(2) FM में FM तरंग का सम्पूर्ण आयाम नियत रहता है।

(3) FM में. कुल संचरित शक्ति नियत रहती है।



(A) HF वाहक तरंग

(B) LF मॉडूलेटिंग तरंग

(C) FM तरंग

Fig. 28.12

(4) **आवृत्ति विचलन** : वाहक तरंग की माध्य आवृत्ति (ν_c) से अधिकतम परिवर्तन को आवृत्ति विचलन कहते हैं। दूसरे शब्दों आवृत्ति ν_c के ऊपर या नीचे परिवर्तन को आवृत्ति विचलन कहते हैं।

$$\therefore \quad \delta = (f_{max} - f_c) = f_c - f_{min} = k_f \cdot \frac{E_m}{2\pi}$$

k_f = समानुपाती नियतांक। यह किसी दिये गये संकेत (Modulatring signal) के लिए मॉडूलित तरंग की आवृत्ति में अधिकतम विचलन निर्धारित करता है।

(5) **वाहक उछाल (CS)** : निम्नतम से उच्चतम तक आवृत्ति में कुल परिवर्तन को (Carrier swing) कहते हैं। अर्थात् $CS = 2 \times \Delta f$

अर्थात् $CS = 2 \times \Delta f$

(6) **आवृत्ति मॉडूलेशन गुणांक (m_f)** : अधिकतम आवृत्ति विचलन और मॉडूलेटिंग आवृत्ति का अनुपात मॉडूलेशन गुणांक कहलाता है

$$m_f = \frac{\delta}{f_m} = \frac{f_{max} - f_c}{f_m} = \frac{f_c - f_{min}}{f_m} = \frac{k_f E_m}{f_m}$$

(7) **आवृत्ति स्पेक्ट्रम** : FM तरंग में अनन्त संख्या में साइड बैण्ड होते हैं, जिनकी आवृत्तियाँ हैं

$$(f_c \pm f_m), (f_c \pm 2f_m), (f_c \pm 3f_m) \ldots\ldots$$

साइड बैण्डों की संख्या मॉडूलेशन गुणांक m_f पर निर्भर करती है।

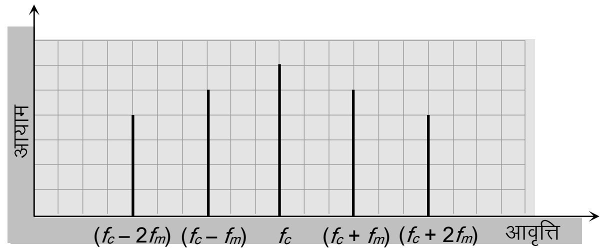


Fig. 28.13

FM संकेत में सूचना (श्रव्य संकेत का विद्युतीय रूप) साइड बैण्डों में निहित होती है। चूँकि साइड बैण्ड परस्पर मॉडूलेटिंग आवृत्ति f_m के अन्तराल पर होते हैं।

$\therefore$ बैण्ड चौड़ाई $= 2n \times f_m$; यहाँ n = सार्थक साइड बैण्ड युग्मों की संख्या

(8) **विचलन अनुपात** : अधिकतम आवृत्ति विचलन एवं अनुमत अधिकतम श्रव्य आवृत्ति के अनुपात को विचलन अनुपात कहते हैं, अर्थात्

विचलन अनुपात $= \frac{(\Delta f)_{अधिकतम}}{(f_m)_{अधिकतम}}$

(9) **मॉडूलेशन प्रतिशत** : वास्तविक आवृत्ति विचलन एवं अनुमतः अधिकतम आवृत्ति विचलन के अनुपात को मॉडूलेशन प्रतिशत कहते हैं।

$$m = \frac{(\Delta f)_{वास्तविक}}{(\Delta f)_{अधिकतम}}$$

Table 28.4 : FM रेडियो/TV प्रसारण के लिए अनुमत आवृत्ति परास

प्रसारण का प्रकार	आवृत्ति बैण्ड
FM रेडियो	88 से 108 *MHz*
VHF TV	47 से 230 *MHz*
UHF TV	470 से 960 *MHz*

स्पन्द मॉडूलेशन (Pulse Modulation)

इस प्रकार के मॉडूलेशन में वाहक तरंग स्पन्दों के रूप में होती है।

(1) **स्पन्द आयाम मॉडूलेशन (PAM) :** इसमें स्पन्द का आयाम तरंग संकेत के आयम के अनुरूप परिवर्तित होता है।

(2) **स्पन्द चौड़ाई मॉडूलेशन (PWM) :** इसमें स्पन्द अन्तराल को संकेत तरंग के आयाम के अनुरूप परिवर्तित करते हैं।

(3) **स्पन्द स्थिति मॉडूलेशन (PPM) :** इसमें संकेत तरंग के आयाम के अनुरूप वाहक तरंगों की श्रृंखला के स्पन्दों की स्थिति परिवर्तित होती है।

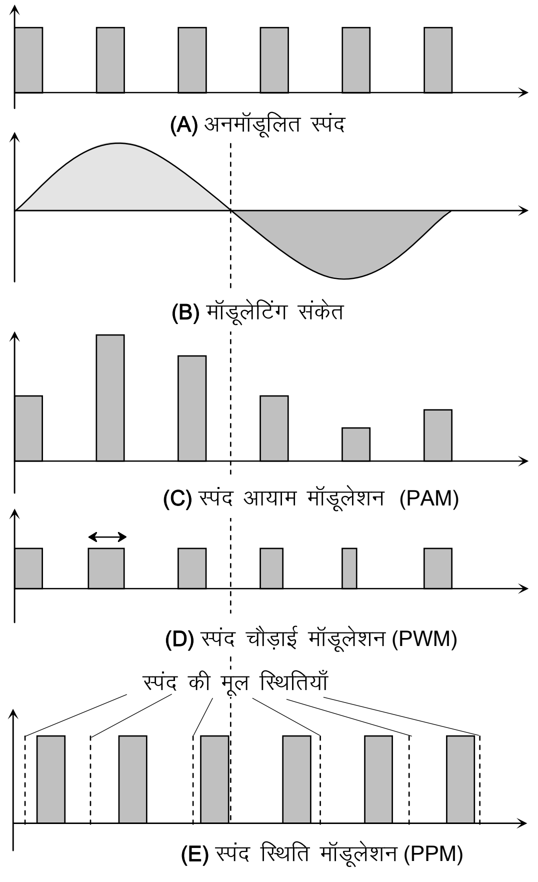


Fig. 28.14

स्पन्द कोड मॉडूलेशन (Pulse Code Modulation)

स्पन्द आयाम, स्पन्द चौड़ाई एवं स्पन्द स्थिति मॉडूलेशन पूर्णत अंकीय नहीं है।

पूर्णत अंकीय मॉडूलेशन स्पंद कोड मॉडूलेशन (PCM) द्वारा प्राप्त होता है।

एक अनुरूप संकेत को निम्नलिखित तीन प्रक्रियाओं द्वारा स्पन्द कोड में मॉडूलित करते हैं।

(1) **अमूनन** (Sampling) : इस प्रक्रिया में शून्य चौड़ाई एवं अनुरूप संकेत के तात्क्षणिक आयाम के बराबर आयाम की स्पन्दों को उत्पन्न किया जाता है।

प्रति सैकण्ड उत्पन्न Samples को Sampling दर (rate) कहते हैं।

(2) **क्वाण्टीकरण** (Quantisation) : अनुरूप संकेत के अधिकतम आयाम को निश्चित स्तरों में बाँटना क्वाण्टीकरण कहलाता है।

जैसे अनुरूप वोल्टेज संकेत के आयाम 5 *V* को छः क्वाण्टीकरण स्तरों 0, 1, 2, 3, 4, 5 में बाँटते हैं।

स्पन्दों जिनका अयाम – 0.5 *V* से 0.5 *V* तक है, को 0 *V* द्वारा एवं आयाम 0.5 *V* से 1.5 *V* तक को 1 *V* द्वारा क्वाण्टीकृत कर सकते हैं। इसी प्रकार आगे इस प्रक्रिया को दोहराते हैं।

(3) **कोड बनाना** (Coding) : किसी कोड के अनुसार क्वाण्टीकृत स्पन्दों को अंकों में परिवर्तित करना Coding कहलाता है।

Table 28.5 : कोड बनाना

क्वाण्टीकृत स्तर	0	1	2	3	4	5	6	7
द्वि-आधारीय कोड	000	001	010	011	100	101	110	111

उदाहरण के लिए मान लीजिए किसी अनुरूप संकेत का वोल्टेज-आयाम 0 एवं 7 *V* के बीच परिवर्तित होता है।

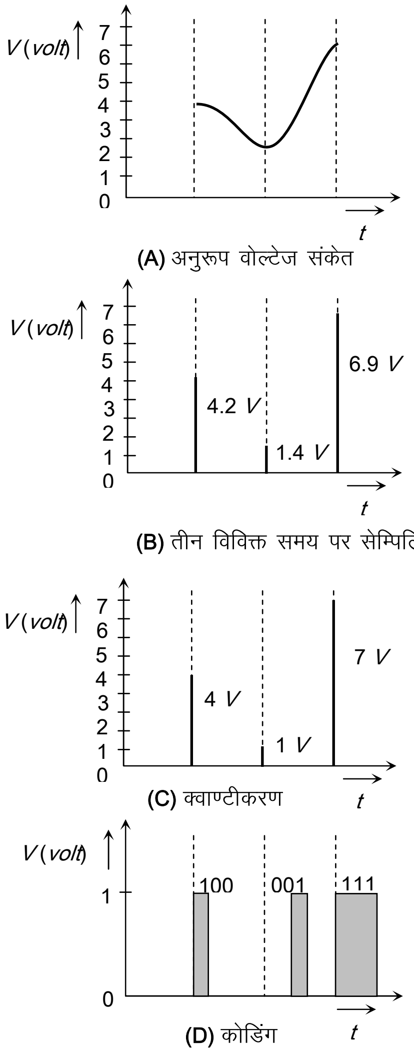


Fig. 28.15

डिमॉडूलेशन (Demodulation)

मॉडूलित संकेतों से मूल संकेत को वापस प्राप्त करने की क्रिया डिमॉडूलेशन कहते हैं। यह मॉडूलेशन के विपरीत प्रक्रिया है। यह प्रक्रिया ग्राही सिरे पर सम्पन्न होती है।

बेतार संकेत, श्रृव्य आवृत्ति के अनुरूप मॉडूलित रेडियो आवृत्ति (उच्च आवृत्ति) की वाहक तरंग होती है। टेलीफोन रिसीवर का डायफ्राम या लाउड-स्पीकर उच्च आवृत्ति से दोलन नहीं कर सकता है। इसलिये यह आवश्यक है कि रेडियो आवृत्ति वाहक तरंगों से श्रृव्य आवृत्ति तरंग को अलग किया जाये।

साधारण डिमॉडूलेटर परिपथ : आयाम मॉडूलित तरंग को संसूचित या डिमॉडूलेट करने के लिए एक डायोड का उपयोग करते हैं। एक डायोड मुख्यतः ऋजुकारी की भाँति कार्य करता है, अर्थात् यह मॉडूलित वाहक तरंग का केवल धनात्मक एनवेलप निर्गत् करता है।

चित्रानुसार PQ के सिरों पर निर्गत तरंग RC परिपथ से गुजरकर केवल संकेत तरंग के एनवेलप को R के सिरों पर प्रदान करती है इसमें रेडियो तरंग का घटक नहीं होता है।

वास्तविक परिपथ में RC का मान इस प्रकार चयन किया जाता है कि $\frac{1}{f_c} << RC$; यहाँ f_C = वाहक तरंग की आवृत्ति।

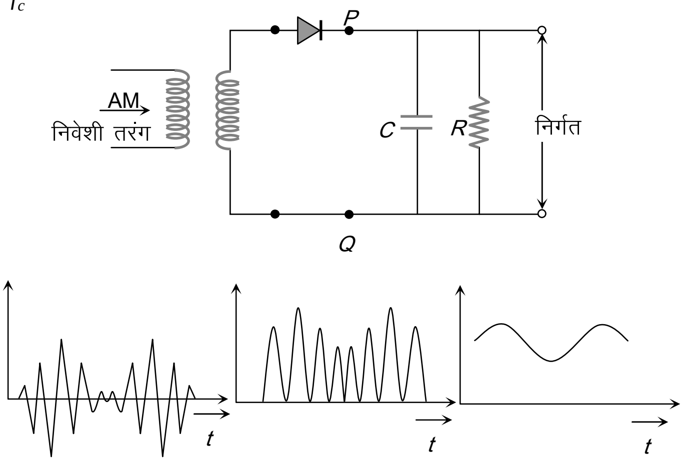


Fig. 28.16

(A) (B) (C)

आँकड़ों का संचारण एवं प्राप्तीकरण
(Data Transmission and Retrieval)

संचार तंत्र में पद आँकड़ों (Data) द्वारा किसी तथ्य अवधारणा एवं निर्देशों को व्यक्त किया जाता है। अधिकांशतः आँकड़ें स्पन्द संकेतों द्वारा बने होते हैं।

स्पन्द कोड मॉडूलित (PCM) संकेत 0 एवं 1 की एक श्रृंखला द्वारा प्रदर्शित होता है। एक (PCM) संकेत को भेजने के लिए निम्नलिखित तीन तकनीकों का उपयोग किया जाता है।

(1) **आयाम विस्थापन कुंजीकरण** (ASK) : वाहक तरंग के दो विभिन्न आयाम PCM संकेत के दो द्वि-आधारीय मानों को अभिव्यक्त करते हैं। इस विधि को ऑन-ऑफ Keying (OOK) भी कहते हैं।

1 : नियत आयाम के वाहक की उपस्थिति।

0 : शून्य आयाम का वाहक

(2) **आवृत्ति विस्थापन कुंजीकरण (FSK)** : PCM संकेत के द्वि-आधारीय मान दो आवृत्तियों द्वारा प्रदर्शित होते हैं

1 : आवृत्ति में वृद्धि

0 : नियत आवृत्ति

(3) **कला-विस्थापन कुंजीकरण (PSK) :** वाहक तरंग की कला को मॉडूलेटिंग data संकेत के अनुरूप परिवर्तित की जाती है

1 : कला π से परिवर्ती होती है

0 : कला नियत रहती है

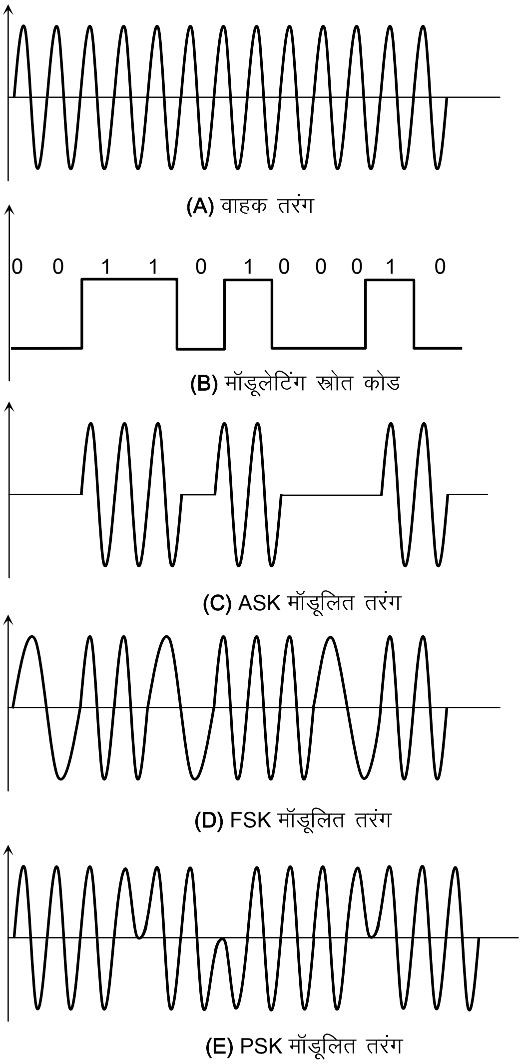


Fig. 28.17

अनुरूप संकेत (Analog signal) की एक सेम्पलर द्वारा सेम्पलिंग करके सेम्पल स्पन्दों को क्वाण्टीकृत किया जाता है। एनकोडर (Encoder) क्वाण्टीकृत स्पन्दों को द्वि-आधारीय कोड के अनुसार कोड प्रदान करता है। PCM संकेत (ASK, FSK या PSK द्वारा) के मॉडूलेशन के पश्चात् मॉडूलित संकेत को बिट्स (Bits) के रूप में मुक्त आकाश में भेजा जाता है।

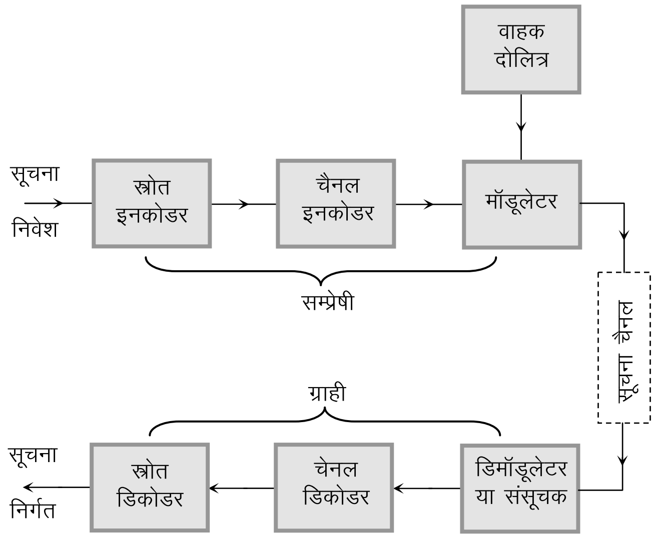


Fig. 28.18

मॉडेम एवं फैक्स (Modem and Fax)

(1) **मॉडेम :** मॉडेम का उपयोग दो अंकीय स्रोतों/ग्राहीयों को जोड़ने (Interface) में किया जाता है।

(i) मोडेम शब्द मॉडूलेटर व डिमॉडूलेटर शब्दों से लिया गया है। मॉडेम में दोनों इकाईयाँ मॉडूलेटर एवं डिमॉडूलेटर समाहित होती है, अर्थात् यह दोनों कार्य करता है।

(ii) चित्रानुसार एक संचार परिपथ के दोनों सिरों पर मॉडेम जुड़ा होता है।

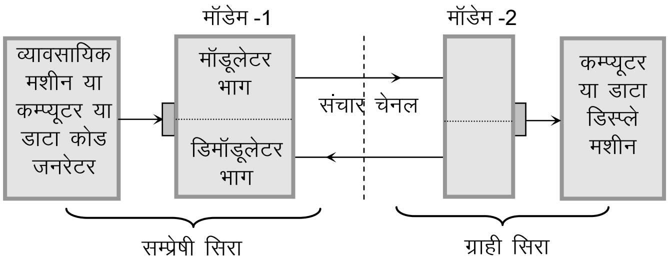


Fig. 28.19

(iii) सम्प्रेषण सिरे पर मॉडेम एक कम्प्यूटर (या किसी अन्य मशीन) से प्राप्त संकेतों को एक अन्य रूप (अनुरूप संकेत में) परिवर्तित करता है जिसे आसानी से संचार चैनल द्वारा (टेलीफोन आदि) भेजा जा सकता है। ग्राही सिरे पर मॉडेम का कार्य उपरोक्त कार्य के विपरीत होता है।

(iv) मॉडेम के कार्य प्रणाली की तीन विधायें हैं

(a) सामान्य विधा : इस विधा में आँकड़ें (Data) केवल एक ही दिशा में संचरित होते हैं।

(b) Half duplex : इस विधा में सम्प्रेषी एवं ग्राही के बीच दोनों दिशाओं में आँकड़े संचरित होते हैं, परन्तु एक समय पर केवल एक ही दिशा में संचरण होता है।

(c) Full duplex : इस विधा में एक ही समय पर सम्प्रेषी एवं ग्राही के बीच दोनों दिशाओं में आँकडों का संचरण होता है।

Table 28.6 : मॉडेम आँकड़ों के संचरण की गति

प्रकार	गति बिट प्रति सैकण्ड (*bps*)
निम्न गति मॉडेम	600 *bps*
मध्यम गति मॉडेम	600 से 2400 *bps*
उच्च गति मॉडेम	2400 से 10,800 *bps*

(2) **फैक्स (प्रतिलिपि संचरण)** : एक स्थान से किसी दूसरे स्थान पर किसी कागजात की प्रतिलिपि को एक इलेक्ट्रॉनिक मशीन द्वारा भेजनें की प्रक्रिया एवं पुन उसको दूसरे स्थान पर पुर्नउत्पादित करना फैक्स (FAX) कहलाती है।

सम्प्रेषी पर मूल कागजात (Document) की लेखनी को सम्प्रेषी कोड में परिवर्तित करके भेजा जाता है। ग्राही सिरे पर इन कोडों को पुनः मूल प्रतिलिपि में रूपान्तरित कर लिया जाता है।

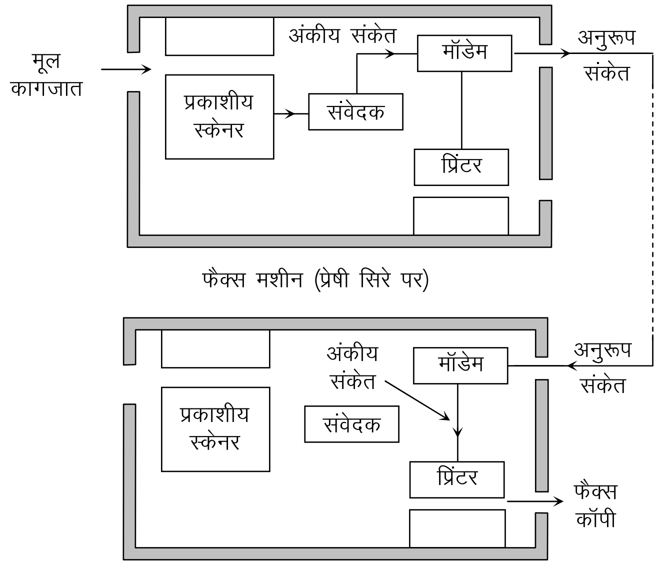


Fig. 28.20

किसी लिखित कागज की मूल कॉपी को फैक्स मशीन में रख दिया जाता है। एक स्कैनर इसकी प्रति छाया बनाता है।

इस प्रतिछाया को एक ग्लास प्लेट पर रख दिया जाता है। अब ग्लास प्लेट पर किसी निश्चित स्त्रोत से प्रकाश पुंज आपतित किया जाता है, एवं

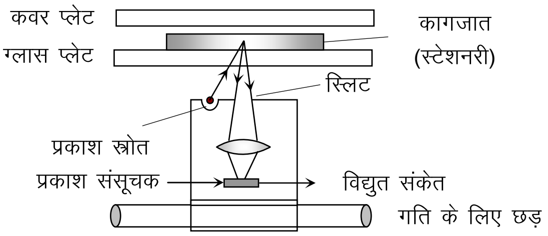


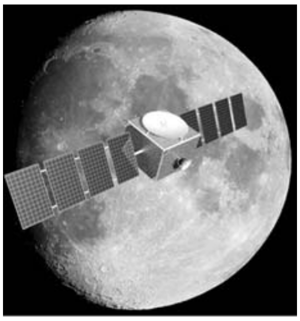
Fig. 28.21

परावर्तित प्रकाश को एक प्रकाश संवेदी संसूचक पर फोकसित किया जाता है। यह संसूचक प्रकाशीय संकेतों को विद्युत संकेतों में रूपान्तरित कर देता है।

इन विद्युत संकेतों को मॉडूलित करके टेलीफोन लाइन द्वारा ग्राही सिरे को भेज दिया जाता है।

अन्तरिक्ष संचार (Space Communication)

पृथ्वी के चारों ओर स्थित भौतिक अन्तरिक्ष (Space) का उपयोग करके संकेतों को भेजना एवं ग्रहण करना अन्तरिक्ष संचार कहलाता है।



रेडियो, टेलीविजन एवं अन्य सूचना तंत्रों में प्रयुक्त विद्युत चुम्बकीय तरंगें, रेडियो तरंगे एवं सूक्ष्म तरंगे होती हैं।

एक सम्प्रेषी एण्टीना से उत्सर्जित रेडियो तरंगें ग्राही एण्टीना तक निम्नलिखित विधाओं द्वारा पहुँच सकती हैं।

+ भू-तरंग संचरण (Ground wave propagation)

+ व्योम तरंग संचरण (Sky wave propagation)

+ अन्तरिक्ष तरंग संचरण (Space wave propagation)

(1) **भू.तरंग संचरण**

(i) इस संचरण में, रेडियों तरंगें पृथ्वी तल के अनुदिश (पृथ्वी की वक्रता का अनुकरण करती हुई) गमन करती है।

(ii) ये तरंग पृथ्वी सतह में धारायें प्रेरित करती हैं। जिससे इनकी कुछ ऊर्जा का ह्रास हो जाता है।

(iii) ऊर्जा के मान में ह्रास (Attenuation) इन रेडियो तरंगों की आवृत्ति बढ़ने के साथ बढ़ता है।

(iv) चूँकि ये तरंगें पृथ्वी सतह के ठीक ऊपर संचरित होती हैं, इसलिए विवर्तन के कारण और अधिक मुड़ जाती है, (यह भी भू-तरंगों के ह्रास का अन्य कारण है) कुछ दूरी तय करने के बाद इन तरंगों पूर्ण ह्रास हो जाता है, अर्थात् समाप्त हो जाती है।

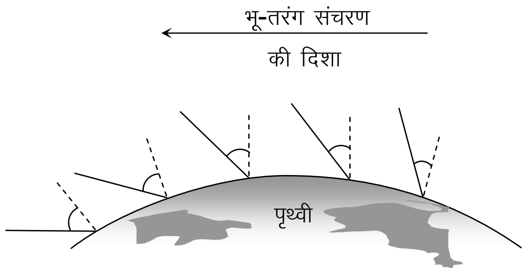


Fig. 28.22

(v) भू-तरंगों का संचरण केवल अल्प आवृत्तियों (~ 500 *KHz* से 1500 *KHz*) पर ही सम्भव है। दूसरे शब्दों में रेडियो प्रसारण दीर्घ तरंगदैर्ध्य पर।

(2) **व्योम तरंग संचरण**

(i) ये वे मॉडूलित रेडियो तरंगें हैं जिन्हें आयनमण्डल द्वारा पृथ्वी की ओर परावर्तित कर दिया जाता है।

पृथ्वी तल से 80 *km* से 300 *km* ऊँचाई पर वायुमण्डल की पर्त में इलेक्ट्रॉन, आयन एवं आवेशित कण उपस्थित होते हैं, इस पर्त को आयनमण्डल कहते हैं।

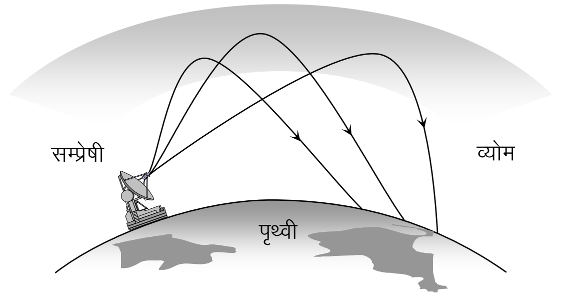


Fig. 28.23

(ii) लगभग 2 *MHz* से 30 *MHz* आवृत्ति वाली रेडियो तरंगें आयनमण्डल द्वारा परिवर्तित कर दी जाती हैं।

(iii) मध्यम एवं उच्च आवृत्ति पर लम्बी दूरी तक रेडियो संचार अर्थात् मीडियम वेब एवं शॉर्ट वेब पर) के लिये व्योम तरंगें उपयुक्त हैं।

(iv) व्योम तरंगों की विद्युत-चुम्बकीय प्रकृति के कारण आयनमण्डल का परावैद्युतांक एवं अपवर्तनांक परिवर्तित होता है। आयनमण्डल का प्रभावी अपवर्तनांक

$$n_{\text{प्रभावी}} = n_0\left[1 - \frac{Ne^2}{\varepsilon_0 m\omega^2}\right]^{1/2} = n_0\left[1 - \frac{80.5N}{f^2}\right]^{1/2}$$

यहाँ n_0 = मुक्त आकाश का अपवर्तनांक, N = आयनमण्डल का इलेक्ट्रॉन घनत्व, ε_0 = मुक्त आकाश की विद्युत पारगम्यता, e = इलेक्ट्रॉनिक आवेश, m = इलेक्ट्रॉन द्रव्यमान, ω = चुम्बकीय तरंग की कोणीय आवृत्ति।

(v) जैसे-जैसे हम आयनमण्डल के भीतर जाते हैं तो N बढ़ता है एवं $n_{\text{प्रभावी}}$ घटता है। रेडियो तरंग का अपवर्तन या मुड़ना लगातार होता रहता है अन्त में पृथ्वी की ओर मुड़ जाती है।

(vi) **क्रांतिक आवृत्ति (f_c) :** रेडियो तरंग की वह अधिकतम आवृत्ति जिससे इसे सीधे आयनमण्डल की ओर भेजने पर यह पृथ्वी की ओर परावर्तित हो जाती है, क्रांतिक आवृत्ति कहलाती है।

यदि आयनमण्डल का अधिकतम इलेक्ट्रॉन घनत्व N_{max} प्रति घनमीटर है, तब क्रांतिक आवृत्ति $f_c \approx 9(N_{\max})^{1/2}$ । यह आवृत्ति या इससे कुछ अधिक आवृत्ति की तरंग आयनमण्डल को पार कर जायेगी अर्थात् यह परावर्तित नहीं होती है।

(vii) **अधिकतम उपयोगी आवृत्ति (MUF) :** रेडियो तरंग की वह अधिकतम आवृत्ति जिसे एक निश्चित आपतन कोण θ पर आयन मण्डल की ओर भेजा जाता है, तो वह परावर्तित होकर पृथ्वी पर वापस आ जाती है $MUF = \dfrac{f_c}{\cos\theta}$

(viii) **छोड़ी गई दूरी** (Skip distance) **:** सम्प्रेषी से पृथ्वी सतह के अनुदिश वह कम से कम दूरी जहाँ पर व्योम तरंग आयनमण्डल से परावर्तित होकर पुनः पृथ्वी तल पर पहुँचती है, छोड़ी गई दूरी (Skip distance) कहलाती है।

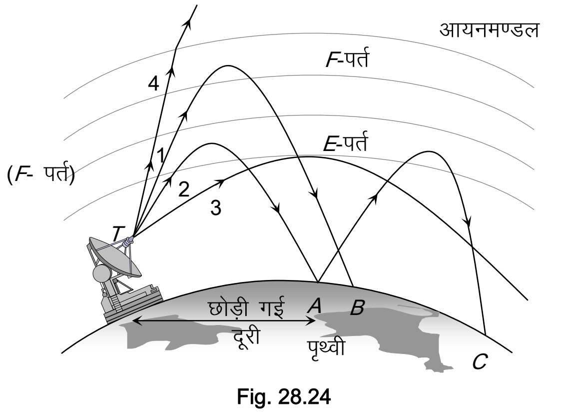


Fig. 28.24

(ix) **उच्चवचन** (Fading) : ग्राही सिरे पर व्यतिकरण के कारण संकेत की शक्ति में अधिकता व न्यूनता की क्रिया को fading कहते हैं।

उच्च आवृत्तियों पर Fading अधिक होती है। Fading के कारण आँकड़ों के संप्रेषण एवं प्राप्तीकरण में त्रुटियाँ आ जाती हैं।

अंतरिक्ष तरंग संचरण (Space Wave Propagation)

उच्च आवृत्ति (30 *MHz* से 300 *MHz*), अति उच्च आवृत्ति (300 *MHz* से 3000 *MHz*) की रेडियो तरंगें एवं 3000 *MHz* से अधिक आवृत्ति की सूक्ष्म तरंगें अंतरिक्ष तरंगें कहलाती हैं। इन उच्च आवृत्तियों पर व्योम एवं भू-तरंग संचरण विधि असफल हो जाती है।

ये उच्च आवृत्ति की तरंगें सम्प्रेषी एण्टीना से ग्राही एण्टीना तक वायुमण्डल से सीधे ही या पृथ्वी तल और क्षोभ मण्डल से परावर्तन द्वारा गमन करती हैं।

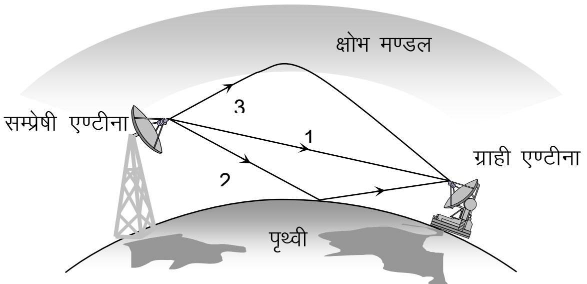


Fig. 28.25

अंतरिक्ष तरंगें संचरण को दृष्टि रेखा (Line of sight) संचरण भी कहते हैं। दृष्टि संचरण दूरी सम्प्रेषी एण्टीना एवं ग्राही एण्टीना के बीच वह दूरी है जिस पर वे एक-दूसरे को देख सकते हैं।

उच्च आवृत्ति के TV सिग्नल एवं FM सिग्नल अंतरिक्ष संचरण द्वारा भेजे जा सकते हैं।

(1) **TV सिग्नलों का संचरण** : संचरण की आवृत्ति परास 80 *MHz* से 200 *MHz*

सम्प्रेषी एण्टीना की ऊँचाई $h = \frac{d^2}{2R}$ (d = संकेतों द्वारा घिरी (Covered) दूरी, R = पृथ्वी की त्रिज्या)

क्षेत्रफल : $A = \pi d^2 = 2\pi Rh$

प्रोग्राम देख सकने वाली जनसंख्या = जनसंख्या घनत्व × घिरा क्षेत्रफल

(2) **सूक्ष्म तरंग संचार** : संकेतों को लम्बी दूरी तक भेजने के लिए इस संचार व्यवस्था का उपयोग करते हैं। चूँकि सूक्ष्म तरंगों की आवृत्ति पर विद्युत चुम्बकीय तरंगें बाधाओं (Obstacles) (जैसे इमारत का शिखर, पर्वत इत्यादि।) पर मुड़ती नहीं है। इसलिए सूक्ष्म तरंग संचरण आवश्यक रूप से दृष्टि रेखा में (In line of sight) ही सम्भव है।

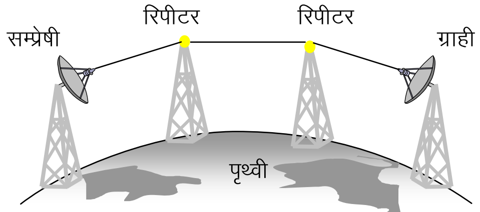


Fig. 28.26

पृथ्वी तल की वक्रता के कारण, सूक्ष्म तरंग संचरण की परास दूरी बहुत कम (≈ 50 *km*) है। संचरण के साथ सूक्ष्म तरंगों की शक्ति कम होती जाती है, इस समस्या के निदान के लिए ग्राही एवं प्रेषी के बीच निश्चित अन्तरालों पर रिपीटर्स (रिपीटर मुख्यतः एक एम्पलीफायर है जो दुर्बल संकेत की शक्ति को बढ़ाकर प्रेषित करता) का उपयोग करते हैं। इस कारण दो स्टेशनों के बीच इस विधा से सिग्नल भेजने पर संचरण की लागत बढ़ जाती है।

सूक्ष्म तरंगों के संचरण में आने वाल समस्याओं के निवारण के लिए भू-तुल्यकाली उपग्रह संचार उपग्रह का उपयोग करते हैं।

उपग्रह संचार (Satellite Communication)

(1) उपग्रह संचार की दृष्टि रेखा संचरण की तरह है। इस व्यवस्था में मॉडूलित सूक्ष्म तरंग पुंज को एक उपग्रह की ओर प्रक्षेपित करते हैं। जिसे उपग्रह पृथ्वी की ओर वापस मोड़ देता है।

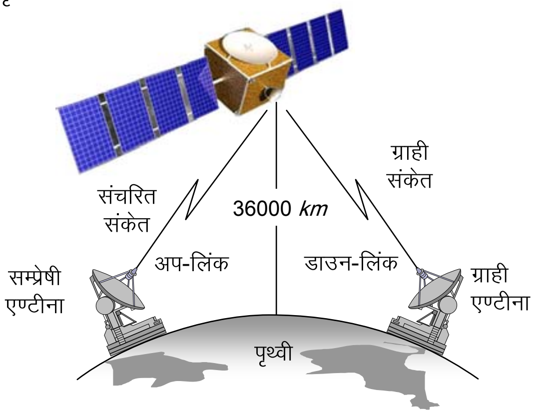


Fig. 28.27

(2) संचार उपग्रह मुख्यतः भू-स्थिर उपग्रह होता है इसके द्वारा संकेतों का स्थाई एवं सुविधाजनक प्रेषण एवं स्वीकरण (Reception) होता है।

(3) एक भू-स्थायी उपग्रह का परिभ्रमण काल पृथ्वी के परिभ्रमण काल (अर्थात् 24 घण्टे) के समान होता है। यह पृथ्वी के सापेक्ष स्थिर होता है। यह पृथ्वी सतह से लगभग 36000 *km* ऊँचाई पर स्थित होता है (आयनमण्डल से ऊपर)।

(4) भू स्थायी उपग्रह 36000 *km* की ऊँचाई पर (आयनमण्डल से पर्याप्त ऊँचाई पर) स्थित होता है।

(5) संचार उपग्रह, पृथ्वी की चारों ओर एक निश्चित कक्षा में परिक्रमण कर रहा है इसे रेडियो ट्रांसपोण्डर कहते हैं। यह पृथ्वी तल पर स्थित सम्प्रेषी से आने वाले सूक्ष्म तरंग संकेतों को प्रवर्धन करके पुन: पृथ्वी पर स्थित ग्राही स्टेशन पर भेज देता है।

(6) प्रेषित संकेतों को उपग्रह स्टेशन UP-LINK द्वारा ग्रहण करता है, एवं DOWN-LINK द्वारा सम्प्रेषी को भू-तल पर स्थित ग्राही से जोड़ता है।

अपलिंक एवं डाउनलिंक आवृत्तियाँ अलग-अलग रखी जाती है। (दोनों आवृत्तियाँ UHF या सूक्ष्म तरंग क्षेत्र की होती है)

(7) केवल एक उपग्रह सम्पूर्ण भू-मण्डल पर संकेतों को नहीं भेज सकता है। सम्पूर्ण भू-मण्डल पर संकेतों को भेजने के लिए कम से कम तीन भू-स्थायी उपग्रहों (परस्पर 120° के कोण पर) की आवश्यकता होगी।

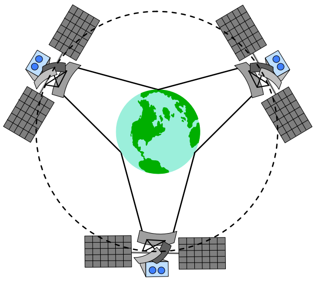


Fig. 28.28

(8) उपग्रह तकनीक द्वारा वायुमण्डल सम्बन्धी महत्वपूर्ण जानकारियाँ (जैसे मौसम, वर्षा आदि) एकत्रित की जाती है। संचार उपग्रह का उपयोग संचार तकनीक में किया जा सकता है। वर्तमान में संचार उपग्रह का उपयोग Global Positioning System (GPS) में किया जाता है।

लम्बी दूरी संकेत भेजने के लिए दो प्रकार के उपग्रहों का उपयोग किया जाता है।

(i) निष्क्रिय उपग्रह (Passive satellite) : यह भू-तल से प्रेषित संकेतों के लिए परावर्तक का कार्य करता है। पृथ्वी का प्राकृतिक उपग्रह चन्द्रमा एक निष्क्रिय उपग्रह है।

(ii) सक्रिय उपग्रह (Active satellite) : यह एक भू-स्थायी कृत्रिम उपग्रह है जिसमें प्रेषी एवं ग्राही दोनों लगे होते हैं।

(9) भारतीय संचार उपग्रह INSAT-2B एवं INSAT-2C इस प्रकार स्थित है कि भारत में किसी भी स्थान से लिंक हो सकते हैं।

सुदूर संवेदन (Remote Sensing)

किसी दूर स्थित वस्तु, क्षेत्र घटना की जानकारी प्राप्त करने की तकनीक सुदूर संवेदन कहलाती है। इसमें अन्वेषक किसी वस्तु या क्षेत्र के वास्तविक सम्पर्क में नहीं होता है।

(1) दूर संवेदी उपकरण दो प्रकार के होते हैं : सक्रिय एवं निष्क्रिय ; सक्रिय उपकरण, स्वयं की ऊर्जा द्वारा इच्छित वस्तु को प्रकाशित करते हैं। जैसे रेडार में होता है। ये ऊर्जा का एक स्पन्द (Pulse) वस्तु की ओर भेजते हैं एवं वस्तु से परावर्तित स्पन्द (Pulse) को विश्लेषित करके इसकी स्थिति निर्धारित करते हैं। निष्क्रिय उपकरण वस्तु से परावर्तित सूर्य प्रकाश या उत्सर्जित विकिरणों को संसूचित करते हैं।

(2) सुदूर संवेदन एक उपग्रह द्वारा किया जाता है। इस क्रिया में प्रयुक्त उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर एक ऐसी कक्षा में घूमता है कि यह सदैव पृथ्वी के एक निश्चित भाग (Region) से वहाँ के एक निश्चित समयानुसार गुजरता है।

इस तरह के उपग्रह की कक्षा को सूर्य तुल्यकाली (Sun synchronous) कक्षा कहते हैं। एक सुदूर संवेदी कक्षा ध्रुवीय-वृत्तीय कक्षा या बहुत झुकी हुई दीर्घवृत्ताकार कक्षा हो सकती है।

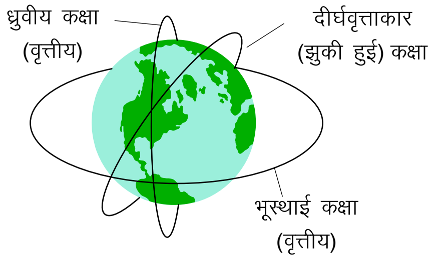


Fig. 28.29

(3) दूर संवेदी उपग्रह जब भी उस स्थान से गुजरता है तब समान तीव्रता के फोटोग्राफ देता है।

(4) इस महत्वपूर्ण दूर संवेदी तकनीक द्वारा किसी निश्चित भू-भाग का बहुत ही अल्प समय में कई बार सर्वे कर लेते हैं। जो कि अपनी पहुँच से बाहर है।

(5) अंतरिक्ष पर आधारित दूर संवेदन की नई तकनीक का स्रोतों के प्रबंधन के सभी पहलुओं के विश्लेषण में असीम संभावनाएँ हैं।

(6) भारतीय सुदूर संवेदी उपग्रह IRS-1A, JRS-1B एवं IRS-1C हैं।

(7) सुदूर संवेदन के उपयोग

(i) मौसम विज्ञान : मौसम की भविष्यवाणी एवं इनके तंत्रों के विकास में।

(ii) वातावरण : वातावरण में होने वाले परिवर्तनों का पता लगाना।

(iii) समुद्री विज्ञान : समुद्री सतह का तापमान, समुद्री बर्फ सतह की माप करना एवं तेल प्रदूषण का पता लगाना आदि।

(iv) पुरातत्व एवं भौगोलिक सर्वे में।

(v) जल स्रोतों के सर्वे में।

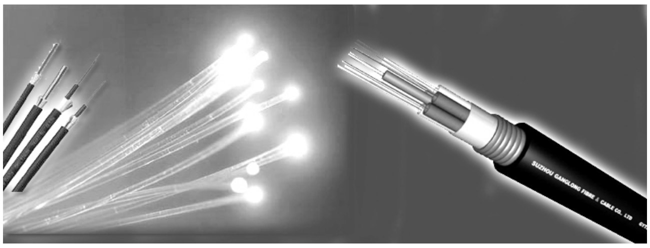
(vi) शहरी क्षेत्र के सर्वे में।

(vii) कृषि, वानिकी एवं प्राकृतिक दुर्घटनाओं का सर्वे।

(viii) युद्ध क्षेत्र में दुश्मनों की सेना की गतिविधियों एवं उनकी स्थिति के संसूचन में।

(ix) पृथ्वी तल के अन्दर किये गये नाभिकीय विस्फोटों की स्थिति का पता लगाने में।

लाइन संचार (Line Communication)



लाइन संचार का अर्थ है कि एक-दूसरे से कुछ दूरी पर स्थित बिन्दुओं को तारों के द्वारा जोड़ना अथवा तारों द्वारा सूचना का आदान-प्रदान करना या प्रेषी एवं ग्राही को जोड़ना।

दो तारों की संप्रेषण लाइन (Two Wire Transmission Line)

अधिकांशतः उपयोग में आने वाली दो-तार लाइनें, समान्तर तार लाइन, युग्मित तार लाइन एवं समाक्षी तार लाइन (केबिल) हैं।

(1) **समान्तर तार लाइन :** इस लाइन में दो परस्पर समान्तर धात्विक तारों को एक कुचालक माध्यम में सुरक्षित रखा जाता है।

Fig. 28.30

(i) तार लचीले या दृढ़ हो सकते हैं यह शक्ति ले जाने की क्षमता पर निर्भर करता है।

(ii) इसका प्रयोग सामान्यतः एण्टीना को TV सेट से जोड़ने में किया जाता है।

(iii) इन लाइनों में व्यतिकरण एवं ऊर्जा हानि होती है।

(2) **युग्मित तार लाइन :** ताँबे के दो विद्युतरोधी तारों को प्रायः नियमित रूप से एक निश्चित अन्तराल पर मोड़ा जाता है। तारों को मोड़ने से विद्युत व्यवधान (Interfrence) कम हो जाता है।

(i) इनका उपयोग दूरभाष (Telephone) तंत्रों को जोड़ने में किया जाता है। ये लाइनें केवल 10 *cm* दूरी तक सफलतापूर्वक कार्य करती है। ये लाइनें बहुत अधिक दूरी तक सिग्नलों को संचरित नहीं कर सकती।

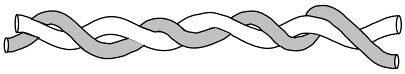


Fig. 28.31

(ii) इनके द्वारा अनुरूपी एवं अंकीय दोनों संकेतों को प्रेषित किया जा सकता है।

(iii) इन लाइनों को सरलता से लगाया (Install) जा सकता है एवं कीमत भी अपेक्षाकृत कम है।

(3) **समाक्षीय तार लाइन :** इसमें एक केन्द्रीय ताम्र तार (संकेत वाहक) के चारों ओर विद्युतरोधी PVC की पर्त होती है, इस पर्त के ऊपर जालीनुमा ताम्र चालक (बाह्य चालक) स्थित होता है। सामान्यतः बाह्य चालक भू-सम्पर्कित होता है इससे यह आन्तरिक चालक द्वारा संचरित संकेत के लिए परिरक्षक (Shielding) का कार्य करता है। बाहरी चालक एक पॉलीमर जैकेट द्वारा सुरक्षित रहता है।

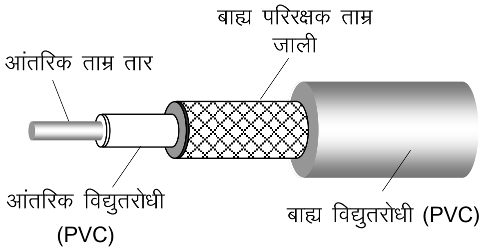


Fig. 28.32

(i) समाक्षीय लाइन तारों का उपयोग सूक्ष्म तरंगों एवं अति उच्च आवृत्ति की तरंगों के लिए किया जाता है।

(ii) समाक्षीय लाइन द्वारा संचरण युग्मित तार लाइन की तुलना अधिक दक्ष है।

(iii) समाक्षीय केबिल गैस से भरी भी हो सकती है उच्च शक्ति वाली केबिल में चालकों के बीच चिन्गारी (Flash over) को कम करने के लिए N_2-गैस का उपयोग किया जाता है।

लाइन प्रतिबाधा (Impedance of Line)

संचरण लाइन के प्रत्येक भाग को चित्रानुसार एक प्रेरक, संधारित्र एवं प्रतिरोध से मिलकर बना हुआ माना जा सकता है।

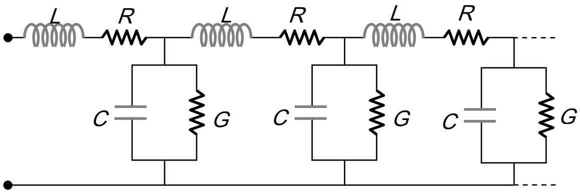


Fig. 28.33

(1) चित्र में दिखाये गये प्रेरक, प्रतिरोध एवं संधारित्र सम्पूर्ण लाइन में वितरित होते हैं परिणामस्वरूप लाइन की प्रत्येक लम्बाई की एक अभिलाक्षणिक प्रतिबाधा (Characteristic impedance) होती है।

(2) समाक्षीय केबिल में परावैद्युत को शण्ट प्रतिरोध द्वारा प्रदर्शित कर सकते हैं।

(3) जब समाक्षीय केबिल का उपयोग रेडियो आवृत्ति सिग्नलों को प्रेषित करने में किया जाता है तो X_L एवं X_C के मान R एवं G की तुलना बहुत अधिक होते हैं। अतः R एवं G की अवहेलना कर देते हैं।

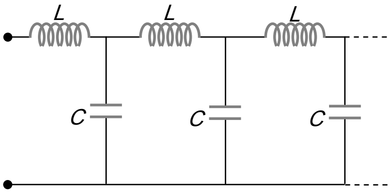


Fig. 28.34

(4) समाक्षीय केबिल में R शून्य हैं इसलिए ऊर्जा ह्रास शून्य एवं आवृत्ति संकेतों का ह्रास भी नहीं होता है। इसी कारण विशेष रूप से TV नेटवर्क केबिल में समाक्षीय केबिलों का प्रयोग होता है।

(5) **अभिलाक्षणिक प्रतिबाधा (Z_0) :** अनन्त लम्बाई की लाइन के निवेशी बिन्दुओं पर मापी गई प्रतिबाधा को लाइन का अभिलाक्षणिक प्रतिबाधा कहते हैं।

समान्तर लाइन के लिए

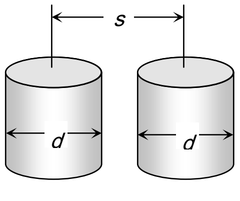


Fig. 28.35

$$Z_0 = \frac{276}{\sqrt{k}} \log \frac{2s}{d}$$

d = प्रत्येक तार का व्यास

s = दोनों तारों के बीच का अन्तराल

k = परावैद्युत माध्यम का परावैद्युतांक

समाक्षीय तार लाइन के लिए $Z_0 = \frac{138}{\sqrt{k}} \log \frac{D}{d}$

d = आन्तरिक चालक का व्यास

D = बाह्य चालक का व्यास

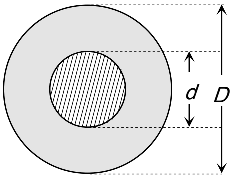


Fig. 28.36

रेडियो आवृत्ति पर, $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$

समान्तर तार लाइन के लिये अभिलाक्षणिक प्रतिबाधा की परास 150Ω से 600 Ω तथा समाक्षीय तार लाइन के लिये 40Ω से 150 Ω होती है।

(6) **लाइन का वेग गुणांक (*v. f.*)** : यह केबिल के परावैद्युत में विद्युत चुम्बकीय तरंग की चाल में कमी को व्यक्त करता है।

$$\text{वेग गुणांक } (v.f.) = \frac{v}{c} = \frac{\text{माध्यम में वि. तरंग का वेग}}{\text{निर्वात् में वेग}} = \frac{1}{\sqrt{K}}$$

एक लाइन के लिए सामान्यतः वेग गुणांक 0.6 से 0.9 तक होता है।

टेलीफोन लिंक (Telephone Links)

(1) टेलीफोन संचार का सर्वप्रचलित साधन है। वर्तमान में टेलीफोन तंत्र द्वारा पृथ्वी तल को अन्य खगोलीय पिण्डों (जैसे चन्द्रमा) से जोड़ना है।

(2) एक टेलीफोन लिंक को समाक्षीय केबिल, भू-तरंगों व्योम तरंगों, सूक्ष्म तरंगों या प्रकाशीय तन्तु केबिल (Optical cable) द्वारा जोड़ा जा सकता है।

(3) एक-साथ कई संदेशों को बिना व्यवधान के एक चैनल द्वारा भेजने की क्रिया को mutiplexing कहते हैं। दो प्रकार की mutiplexing तकनीकों का उपयोग किया जाता है।

(i) आवृत्ति विभाजन mutiplexing (Frequency division mutiplexing) में संदेश-संकेतों का अनुरूप मॉडूलेशन किया जाता है।

(ii) समय विभाजन mutiplexing (Time division mutiplexing) में संदेश-संकेतों को स्पन्द (Pulse) मॉडूलेशन किया जाता है।

(4) युग्मित तार लाइन (Twisted wireline) की बैण्ड चौड़ाई 2 *MHz* जबकि समाक्षीय केबिल की बैण्ड चौड़ाई 20 *MHz* है। अधिक बैण्ड चौड़ाई प्राप्त करने के लिए हम निम्न का उपयोग करते हैं

(i) सूक्ष्मतरंग लिंक

(ii) संचार उपग्रह लिंक

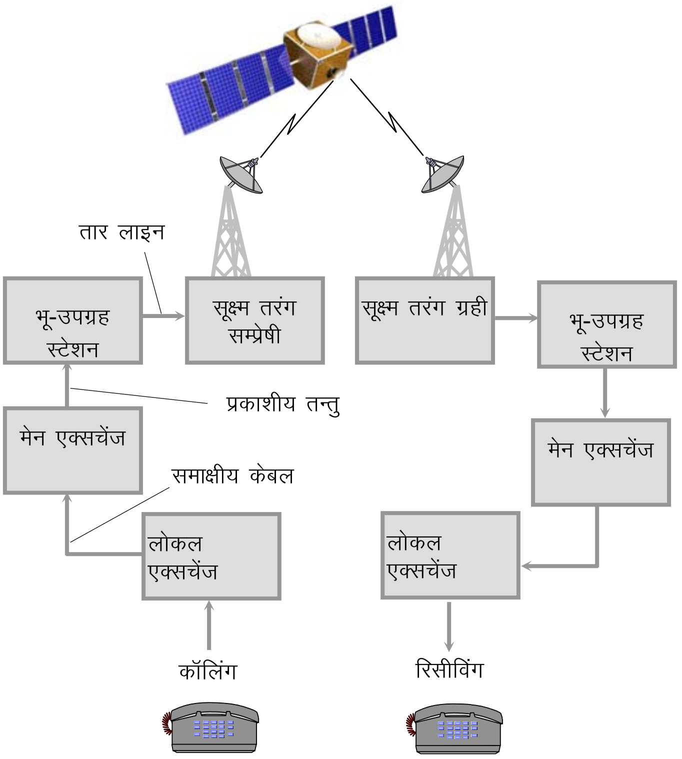


Fig. 28.37

प्रकाशीय संचार (Optical Communication)

(1) सूचनाओं को एक स्थान से दूसरे स्थान तक भेजने के लिए वाहक तरंगों के रूप में प्रकाशीय तरंगों का उपयोग करते हैं।

(2) उपयोगी प्रकाशीय आवृत्ति परास 10^{12} *Hz* से 10^{16} *Hz* है, जोकि रेडियो एवं माइक्रो आवृत्ति परास (10^6 *Hz* – 10^{11} *Hz*) से बहुत उच्च है।

(3) सूचना ले जाने की क्षमता ∝ बैण्ड चौड़ाई ∝ वाहक तरंग की आवृत्ति

उच्च आवृत्ति के कारण प्रकाशीय संचार अन्य संचार व्यवस्था से बेहतर है।

(4) प्रकाशीय संचार व्यवस्था का मूल रूप को चित्र में दर्शाया गया

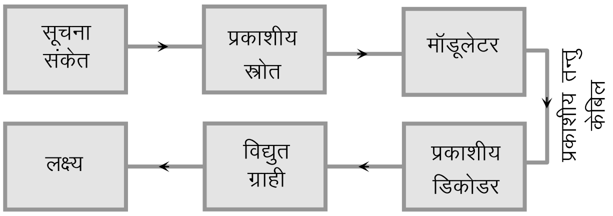


Fig. 28.38

(5) प्रकाश उत्सर्जी डायोड (LED) एवं डायोड लेजरों का प्रकाशीय स्त्रोत के रूप में उपयोग किया जाता है। कम दूरी तक संचरण के लिए प्रकाश उत्सर्जी डायोड एवं अधिक दूरी तक संचरण के लिए डायोड लेजर का उपयोग किया जता है।

(6) सूचना संकेत को प्रकाशीय संचार व्यवस्था द्वारा भेजने के लिए प्रकाश तरंग को सूचना संकेत के अनुरूप मॉडूलित करते हैं।

(7) ग्राही सिरे पर प्राप्त प्रकाशीय संकेत को ऐसे संसूचक द्वारा संसूचित किया जाता है जो प्रकाश का विद्युत संकेत में परिवर्तित कर दे और संचरित सूचना को डिकोड (Decode) किया जा सके। इसके लिए अर्द्धचालक पर आधारित फोटो-संसूचक का उपयोग किया जाता है।

प्रकाशीय तन्तु (Optical Fibre)

प्रकाशीय संकेत को एक स्थान से दूसरे स्थान तक भेजने के लिए प्रकाशीय तन्तुओं का उपयोग करते हैं। इनके द्वारा संचरण में संकेतों की तीव्रता में व्यवहारिक रूप से कोई ह्रास नहीं होता है।

(1) **डिजाइन :** प्रकाशीय तन्तु के केन्द्र में काँच की एक पतली क्रोड (व्यास 10 μm से 100 μm) होती है जिसके ऊपर काँच की एक खोल (Coating) होती है। इस खोल को अधिपट्टन (Cladding) कहते हैं। इसको सुरक्षित रखने के लिए बाहर से प्लास्टिक की एक पर्त चढ़ी होती है।

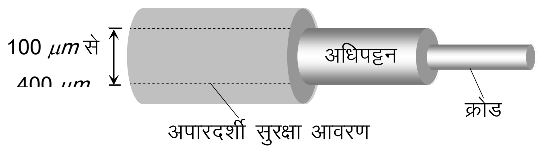


Fig. 28.39

(2) **सिद्धान्त :** यह प्रकाश के पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के सिद्धान्त पर कार्य करती है।

(3) **कार्यविधि :** क्रोड के रूप में प्रयुक्त काँच का अपवर्तनांक ($\mu_1 \approx 1.7$) अधिपट्टन के रूप में प्रयुक्त काँच के अपवर्तनांक ($\mu_2 \approx 1.5$) से अधिक होता है।

आन्तरिक क्रोड का व्यास बहुत कम ($\approx 10\mu m$) होता है ताकि इसमें प्रवेश करने वाले प्रकाश के लिए आपतन कोण (θ_i) आवश्यक रूप से क्रांतिक कोण (θ_c) से अधिक हो जिसके परिणामस्वरूप प्रकाश का पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हो सकें। चित्रानुसार अधिपट्टन सीमा पर प्रकाश संकेत का लगातार पूर्ण आन्तरिक होने से यह क्रोड में ही समाहित रहता है।

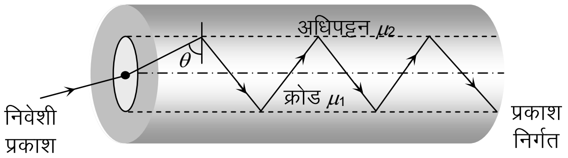


Fig. 28.40

(4) **क्रांतिक कोण (θ_c) :** कोड-अधिपट्टन अन्तर सतह पर यदि $\theta = \theta_c$ है

तब $\cos\theta_c = \dfrac{\sqrt{\mu_1^2 - \mu_2^2}}{\mu_1} \Rightarrow \theta_c = \cos^{-1}\left(\dfrac{\sqrt{\mu_1^2 - \mu_2^2}}{\mu_1}\right)$

(5) **स्वीकरण कोण (θ_a) :** वायु में तन्तु के अक्ष पर आपतन कोण का वह अधिकतम मान जिसके लिए सम्पूर्ण आपतित प्रकाश पूर्ण परावर्तित हो जाये, स्वीकरण कोण (Angle of acceptance) कहलाता है।

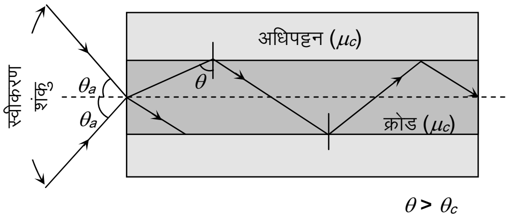


Fig. 28.41

यदि θ_a = स्वीकरण कोण, μ_1 = क्रोड का अपवर्तनांक, μ_2 = अधिपट्टन का अपवर्तनांक हो तब

$$\sin\theta_a = \frac{\sqrt{\mu_1^2 - \mu_2^2}}{\mu_0} \Rightarrow \theta_a = \sin^{-1}\sqrt{\mu_1^2 - \mu_2^2} \quad (\mu_0 = 1 \text{ वायु के लिये})$$

(6) **संख्यात्मक द्वारक :** किसी प्रकाशीय तन्तु की प्रकाश इकट्ठा करने की क्षमता उसके संख्यात्मक द्वारक से मापी जाती है। संख्यात्मक द्वारक स्वीकरण कोण की ज्या (sine) के तुल्य होता है अर्थात् $NA = \sin i = \sqrt{\mu_1^2 - \mu_2^2}$

संख्यात्मक द्वारक को क्रोड एवं अधिपट्टन के आपेक्षिक अपवर्तनांक के अन्तर (Δ) के पदों में व्यक्त किया जा सकता है। यहाँ $\Delta = \dfrac{\mu_1^2 - \mu_2^2}{2\mu_1^2}$

इसलिए, $NA = \sqrt{\mu_1^2 - \mu_2^2} = \mu_1\sqrt{2\Delta}$

(7) **तन्तु.ह्रास :** तन्तु में व्यवहारिक रूप में बहुत हो अल्प प्रकाश ऊर्जा का ह्रास होता है। इस ऊर्जा ह्रास को Attenuation कहते हैं। Attenuation को समीकरण $I = I_0 e^{-\alpha x}$ द्वारा समझाया जा सकता है।

यहाँ I_0 = तन्तु में प्रवेश करते समय प्रकाश की तीव्रता,

I = तन्तु के निवेशी बिन्दु से x दूरी पर प्रकाश की तीव्रता

α = अवशोषण गुणांक या ह्रास गुणांक ह्रास (डेसीवेल) में

$$= 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

(8) **प्रकाशीय तन्तु के प्रकार**

(i) **एकल विधा प्रकाशिक तंतु** (Monomode optical fibre) **:** इसमें एक बहुत संकीर्ण क्रोड होती है जिसका व्यास 5 μm या इससे भी कम होता है, एवं अधिपट्टन का आकार अपेक्षाकृत अधिक होता है

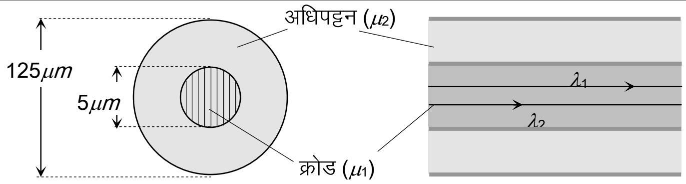


Fig. 28.42

(ii) **बहुविधा प्रकाशिक तंतु** (Multimode optical fibre) : यह दो प्रकार की होती है

(a) नियत अपवर्तनांक बहुविधा प्रकाशिक तंतु (Step index multimode fibre) : क्रोड का व्यास लगभग 50 μm होता है

क्रोड का अपवर्तनांक μ_1 केन्द्र से लेकर इसकी सीमा (Boundary) तक नियत रहता है।

इसके बाद अधिपट्टन का अपवर्तनांक μ_2, भी नियत रहता है।

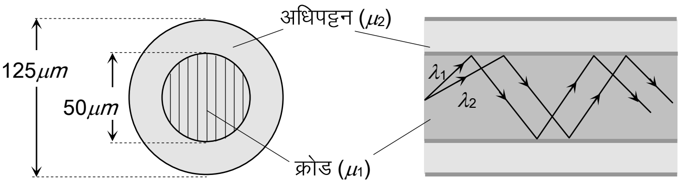


Fig. 28.43

चूँकि पदार्थ का अपवर्तनांक प्रकाश की तरंगदैर्ध्य पर निर्भर करता है इसलिए विभिन्न तरंगदैर्ध्य भिन्न-भिन्न मार्गों का अनुकरण करती है।

तन्तु के दूसरे सिरे तक पहुँचने वाली दो तरंगों के बीच समयान्तर लगभग 33×10^{-9} *sec/cm* होता है।

(b) परिवर्ती अपवर्तनांक बहुविधा प्रकाशिक तंतु (Graded index multimode fibre) : इसमें तन्तु एवं अधिपट्टन के बीच कोई स्पष्ट सीमा नहीं होती है। इसमें अपवर्तनांक का मान केन्द्र से लेकर तन्तु के बाहरी सतह (अधिपट्टन) तक धीरे-धीरे घटता जाता है।

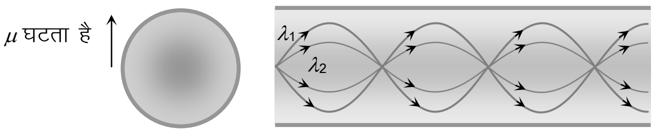


Fig. 28.44

तारों की तुलना में प्रकाशीय तन्तुओं के लाभ
(Advantages of Optical Fibres Over Wires)

(1) लम्बी दूरी के लिए अपेक्षाकृत कम कीमत

(2) संकेत ह्रास बहुत ही अल्प 0.3 *dB/km* से भी कम, इसलिए बिना रिपीटर (Repeaters) के लम्बी दूरी तक संचरण हो सकता है।

(3) अत्यधिक आँकड़ा-वहन क्षमता (Data carrying capacity) (हजारों गुना अधिक, गति 1.6 *Tb/*s Field deployed system में एवं 10 *Tb/s* lab systems में)

(4) किसी भी प्रकार विद्युत चुम्बकीय विकिरण नहीं होता है एवं इसमें बीच में से संकेतों को पकड़ना (Tap) कठिन है।

(5) अत्यधिक उच्च वैद्युत प्रतिरोध होने के कारण किसी अत्यधिक वोल्टेज वाले उपकरण के नज़दीक उपयोग कर सकते हैं या उन दो स्थानों के बीच जिनके बीच विभवान्तर है।

(6) भार कम होता है।

(7) संकेत में अपेक्षाकृत बहुत कम शक्ति होती है।

(8) केबिलों के बीच कोई क्रॉस बातचीत (Talk) नहीं होती।

(9) कोई स्पार्क नहीं (उदाहरण के लिए ऑटो मोबाइल उपयोग में)

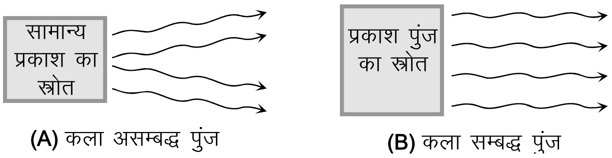
(10) लाइन को बीच में से आसानी से Tap नहीं किया जा सकता है, अर्थात् किसी अन्य उपकरण को नहीं जोड़ा जा सकता है। परिणामस्वरूप हमें बहुत की सुरक्षित नेटवर्क प्राप्त होता है।

लेज़र (Laser)

लेजर एक प्रक्रिया है जिसके द्वारा एक कला सम्बद्ध उच्च एकवर्णीय एवं पूर्णतः समान्तर प्रकाश पुंज प्राप्त होता है। इस प्रकाश पुंज को लेज़र कहते हैं।

कला सम्बद्ध	:	क्योंकि प्रकाश पुंज में विभिन्न परमाणुओं द्वारा अलग.अलग समय पर उत्सर्जित फोटॉनों की कला समान होती है।
एकवर्णीय	:	क्योंकि तरंगदैर्ध्य में फैलाव (Spread) $\Delta\lambda$ बहुत ही अल्प होता है, लगभग 10^{-6} *nm*
पूर्णतः समान्तर	:	क्योंकि लेज़र पुंज को किसी दूर स्थान तक भेजा जा सकता है एवं यह बिना किसी तीव्रता हानि के वापिस आती है।

शब्द LASER का पूरा रूप Light Amplification by Stimulated Emission Radiation है, अर्थात् उद्दीप्त विकिरण उत्सर्जन द्वारा प्रकाश का प्रवर्धन।



(A) कला असम्बद्ध पुंज

(B) कला सम्बद्ध पुंज

Fig. 28.45

लेज़र उत्पादन की अवधारणा
(Concepts Related to Production of LASER)

(1) **उद्दीप्त अवशोषण** (Stimulated absorption) : एक परमाणु पर विचार कीजिए जिसमें अनुमतः ऊर्जा स्तर E_1 एवं अन्य अनुमत उच्च ऊर्जा स्तर E_2 है। मान लीजिए परमाणु निम्न ऊर्जा स्तर E_1 में हैं। अब यदि E_2 ऊर्जा का कोई फोटॉन इस परमाणु से टकराता हैं तो परमाणु फोटॉन को अवशोषित करके उच्च ऊर्जा स्तर E_2 में पहुँच सकता है। इस प्रक्रिया को प्रकाश फोटॉन का उद्दीप्त अवशोषण कहते हैं आपतित फोटॉन ने परमाणु को ऊर्जा अवशोषित करने के लिए उद्दीप्त किया।

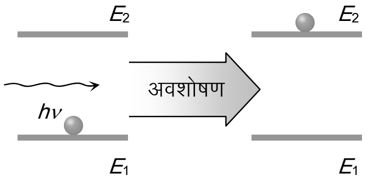


Fig. 28.46

(2) **स्वतः उत्सर्जन** (Spontaneous emission) : यदि कोई परमाणु उच्च ऊर्जा स्तर (E_2) में स्थित है तो यह 10^{-8} *sec* में ऊर्जा $h\nu = E_2 - E_1$ का एक फोटॉन उत्सर्जित करके निम्न ऊर्जा स्तर E_1 में आने का प्रयास करेगा। इस प्रक्रिया का स्वतः उत्सर्जन कहते हैं, क्योंकि यह घटना बिना किसी बाह्य कारक के सम्पन्न होती है।

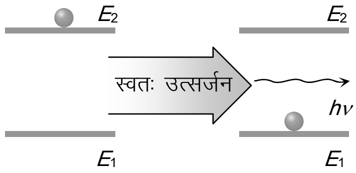


Fig. 28.47

(3) **उद्दीप्त उत्सर्जन** (Stimulated emission) : मानाकि ऊर्जा $h\nu = E_2 - E_1$ का एक फोटॉन एक उच्च ऊर्जा स्तर (E_2) में स्थित परमाणु से अन्तर्क्रिया करता है।

आपतित फोटॉन परमाणु को एक फोटॉन उत्सर्जित करने के लिए उद्दीप्त कर सकता है। इस उत्सर्जित द्वितीयक फोटॉन की ऊर्जा, कला संचरण की दिशा आपतित फोटॉन की संगत राशियों के सर्वसम होती है।

दूसरे शब्दों में उद्दीप्त फोटॉन की क्वाण्टम अवस्थायें आपतित फोटॉन के सर्वसम होती है। इस प्रक्रिया को उद्दीप्त उत्सर्जन कहते हैं।

यदि ये दोनों फोटॉन अन्य दो उत्तेजित अवस्था में स्थित परमाणुओं से अन्तर्क्रिया करते हैं तो दो और फोटॉन उत्पन्न होंगे और इस प्रकार यह प्रक्रिया जारी रहेगी। इसलिए उद्दीपन प्रक्रिया के परिणामस्वरूप फोटॉन प्रवर्धन होगा।

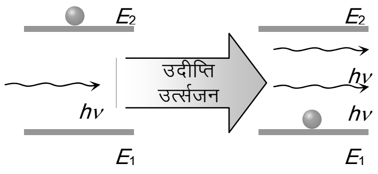


Fig. 28.48

(4) **समविष्ट प्रतिलोमन** (Population inversion) : सामान्यतः निम्न ऊर्जा स्तर में परमाणुओं की संख्या उच्च ऊर्जा स्तर की तुलना में अधिक होती है। कलासम्बद्ध फोटॉन उत्सर्जित करने के लिए उच्च ऊर्जा स्तर में परमाणुओं की संख्या अधिक होनी चाहिए। उच्च ऊर्जा स्तर में परमाणुओं की संख्या बढ़ाने की प्रक्रिया का समविष्ट प्रतिलोमन कहते हैं। इस प्रक्रिया को पम्पिंग कहते हैं।

(5) **मितस्थायी अवस्था** (Metastable states) : मितस्थायी अवस्था वह अवस्था है जिसका औसतकाल 10^{-3} *s* या उच्च ऊर्जा स्तर के औसतकाल 10^{-8} *s* से बहुत अधिक होता है। कुछ परमाणु निकाय जैसे क्रोमियम, नियॉन यदि मितस्थायी अवस्थाओं को प्रदर्शित करते हैं। इस प्रकार के परमाणु जब उच्च ऊर्जा स्तर में हों तो यह सीधे ही निम्न ऊर्जा स्तर में नहीं आते हैं ये पहले मितस्थायी ऊर्जा अवस्था में आते हैं फिर एक निश्चित समयान्तराल 10^{-3} *s* के बाद निम्न ऊर्जा स्तर में आ जाते हैं। चूँकि इस प्रकार के परमाणु मितस्थाई अवस्था में पर्याप्त समय तक रहते हैं इनमें समविष्ट प्रतिलोमन किया जा सकता है।

वह निकाय जिसके समविष्ट प्रतिलोमन प्राप्त किया जा सके सक्रिय निकाय (Active system) कहलाता है।

लेज़र का सिद्धान्त (Principle of Laser)

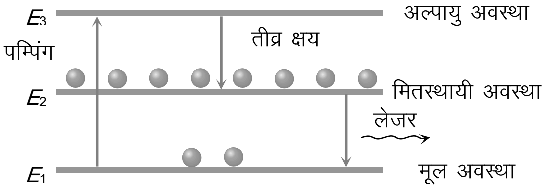


Fig. 28.49

परमाणुओं को मूल ऊर्जा स्तर E_1 से उत्तेजित अवस्था E_3 में पम्प कर दिया जाता है। E_3 अवस्था से परमाणु शीघ्रता से ऊर्जा अवस्था E_2 में चला जाता है। लेज़र क्रिया होने के लिए यह ऊर्जा अवस्था E_2 मितस्थायी (Metastable) होनी चाहिए।यदि परिस्थितियाँ अनुकूल हों तो अवस्था E_2 में परमाणु की संख्या अवस्था E_1 से अधिक हो जाती है। इस प्रकार समविष्ट प्रलोमन हो जाता है।

जब ऊर्जा $h\nu = E_2 - E_1$ का फोटॉन मितस्थायी ऊर्जा स्तर में स्थित परमाणु पर आपतित होता है तो परमाणु ऊर्जा स्तर E_1 में आ जाता है और आपतित फोटॉन की ऊर्जा के तुल्य ऊर्जा का एक फोटॉन उत्सर्जित करता है। यह फोटॉन कला एवं गति में भी आपतित फोटॉन के सर्वसम होता है।

ये दोनों फोटॉन मितस्थाई ऊर्जा स्तर में स्थित अन्य दो परमाणुओं से अन्तर्क्रिया करके अन्य नये दो फोटॉन उत्सर्जित करेंगे। यह प्रक्रिया आगे चलती रहती है। इस प्रक्रिया को प्रकाश का प्रवर्धन कहते हैं।

इस प्रक्रिया का सरलता से जारी रखने के लिए आवश्यक शर्तें दो हैं –

(1) मितस्थाई ऊर्जा स्तर में सदैव निम्न ऊर्जा स्तर से परमाणुओं की संख्या अधिक होनी चाहिए।

(इसे पम्पिंग द्वारा पूरा करते हैं)

(2) उद्दीपन उत्सर्जन से प्राप्त फोटॉनों द्वारा अन्य परमाणुओं को उद्दीप्त करना चाहिए ताकि निकाय में फोटॉन संख्या गुणित रूप में बढ़े।

(ऐसा सम्पन्न होने के लिए लेज़र उत्पन्न करने के लिए प्रत्युक्त पदार्थ को जिस व्यवस्था में समायोजित करते हैं उसके सिरों पर दो दर्पण लगाते हैं। ये दर्पण फोटॉनों का बार-बार परावर्तित करके लम्बे समय तक लेज़र पदार्थ में रखते है।)

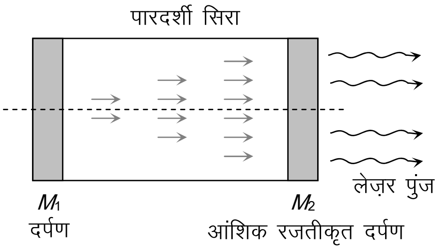


Fig. 28.50

हीलियम नियॉन लेज़र (Helium-Neon Laser)

इस लेज़र में हीलियम (≃ 90%) एवं नियॉन (≃ 10%) को एक बेलनाकार ट्यूब में कम दाब पर लेते हैं। चित्र में दोनों ऊर्जा-स्तर आरेख में, हीलियम एवं नियॉन के महत्वपूर्ण ऊर्जा स्तरों को दर्शाया गया है।

ट्यूब में लगे इलेक्ट्रोड एक उच्च वोल्टेज के बैटरी से जुड़े रहते हैं। इस ट्यूब पर इलेक्ट्रोडों द्वारा एक तीव्र विद्युत-क्षेत्र उत्पन्न किया जाता है। इस विद्युत क्षेत्र के कारण आयनित परमाणुओं के इलेक्ट्रॉन त्वरित होकर परमाणुओं से टकराते हैं।

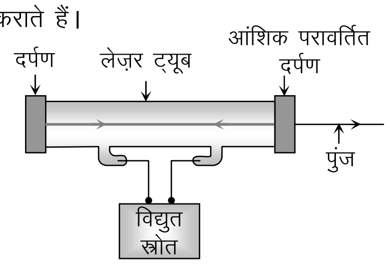


Fig. 28.51

हीलियम के ऊर्जा स्तर आरेख अनुसार अक्सर टक्करों द्वारा हीलियम परमाणु ऊर्जा स्तर E_3 (चित्रानुसार) में उत्तेजित हो जाता है। एक प्रक्रिया जिसे संघट्ट-स्थानान्तरण कहते हैं, में उत्तेजित हीलियम परमाणु से ऊर्जा (संघट्ट के दौरान) नियॉन परमाणुओं को स्थानान्तरित हो जाती है और इस प्रकार E_2 ऊर्जा स्तर में नियॉन परमाणुओं की संख्या बढ़ जाती है। नियॉन में ऊर्जा स्तर E_2 से E_1 में संक्रमण वर्जित है परन्तु ऊर्जा स्तर E_1 से संक्रमण अनुमतः है। इसका मतलब है कि E_2 ऊर्जास्तर में परमाणुओं की संख्या बढ़ती जाती है एवं E_1 में तेजी से घटती जाती है।

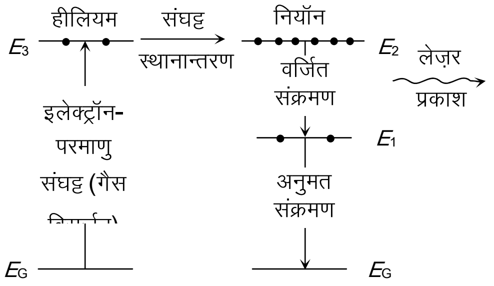


Fig. 28.52

उद्दीप्त उत्सर्जन E_2 से E_1 तक प्रभावी होता है और लेज़र प्रकाश उत्पन्न होता है।

ट्यूब के दोनों सिरों पर लगे दर्पण प्रकाश आगे-पीछे परावर्तित करके ट्यूब के भीतर समाहित रखते हैं एवं उत्सर्जन को ट्यूब-अक्ष के अनुदिश बढ़ावा देता है इनमें से एक दर्पण थोड़ा सा लीक होता है जो आपतित प्रकाश का लगभग 10% पारगमित कर देता है यही पारगमित प्रकाश लेज़र पुंज बनाता है जो हमारे लिए बहुत उपयोगी है।

Tips & Tricks

- समान्तर-तार लाइन कभी भी सूक्ष्म तरंगों के संचरण में प्रयोग नहीं की जाती है। इसका कारण यह है कि सूक्ष्म तरंगों की आवृत्ति पर, दोनों तारों के बीच का अन्तराल लगभग तरंगदैर्ध्य के आधे $(\lambda/2)$ के तुल्य होता है। जिसके फलस्वरूप विकिरण ह्रास अधिकतम हो जाता है।
- संचरण में प्रयुक्त चैनलों की संख्या $= \dfrac{\text{चैनल की कुल बैण्ड चौडाई}}{\text{प्रति चैनल आवश्यक चौडाई}}$
- बिट दर = सेम्पलिंग दर × प्रति सेम्पल बिटों की संख्या
- मॉडूलेशन गुणांक संचरित संकेत की शक्ति एवं गुणता निर्धारित करता है।
- हर्ट्ज एण्टीना एक सीधा चालक है जिसकी लम्बाई संचारित या ग्राही रेडियो तरंगों के तरंगदैर्ध्य की आधी होती है। मॉरकोनी एण्टीना (एक सीधा चालक) की लम्बाई $l = \lambda/4$ है।
- एक अंकीय संकेत में, सूचना स्पन्दों के पैटर्न द्वारा ले जायी जाती है न कि स्पन्दों की आकृति द्वारा
- सेम्पलिंग में एक अनुरूप संकेत को अंकीय संकेत में बदला जाता

है उदाहरण के लिए जब 125 μ-*sec* के अन्तराल पर सेम्पलिंग की जाती है तब प्रति सेकेण्ड सेम्पलों की संख्या $= \frac{1}{125\times10^{-6}} = 8000$.

✍ AGC से तात्पर्य है Automatic Gain Control.

✍ रूस के द्वारा 1957 में छोड़ा गया स्पुतनिक-I पहला सक्रिय उपग्रह था।

✍ प्रथम संचार उपग्रह USA ने 1958 में एक कक्षा में स्थापित किया था।

✍ भारत का पहला प्रायोगिक उपग्रह अर्थात् Apple 19 जून 1981 को छोड़ा गया था।

✍ राष्ट्रीय सूचना केन्द्र देहली के सभी हैडक्वार्टर में INSAT 2B से लिंक कम्प्यूटर लगे हैं।

✍ जैसे $\sqrt{\frac{Z}{Y}}$ अभिलाक्षणिक प्रतिबाधा (Z_0) को व्यक्त करता है, वैसे ही $\sqrt{ZY}$ लाइन के संचरण नियतांक को व्यक्त करता है।

✍ काँच-क्रोड एवं कांच अधिपट्टन (जिसे SCS तंतु अर्थात् silica clad silica तंतु कहते हैं) के संचरण अभिलाक्षणिक अच्छे होते हैं।

✍ उपग्रह संचार में उपयोग में लाये जाने वाले डिश प्रकार के एण्टीना सामान्यतः कासग्रेन (Cassegrain) प्रकार के होते हैं।

✍ भू-तरंगें पृथ्वी की सतह के अनुदिश संचरित होती हैं। ये ऊर्ध्वतः ध्रुवित होती हैं जिससे वे दूरी पर विद्युत क्षेत्र $E = \frac{120\,\pi h_t l}{\lambda d}$ के लघुपथित होने को रोका जाता है, एवं h_r ऊँचाई के एण्टीना द्वारा ग्रहित सिग्नल V (वोल्ट) $= \frac{120\,\pi h_t h_r I}{\lambda d}$ द्वारा दिये जाते हैं।

✍ ग्राही दो प्रकार के हो सकते हैं; समस्वरित रेडियो आवृत्ति ग्राही (Tuned radio frequencyreciever) एवं सुपर हेट्रोडाइन ग्राही (Super hetero dyne reciver)। सुपर हेट्रोडाइन ग्राही में संकेत को संसूचित करने से पहले स्थानीय दोलित्रों एवं मध्यस्थ आवृत्ति-प्रर्वधकों का उपयोग किया जाता है।

✍ AM तरंग संसूचन में एक दिष्टकारी (शिखर संसूचन) का उपयोग करते हैं एवं *FM* संसूचन के लिए *LC* परिपथ का उपयोग करते हैं। यह *LC* परिपथ का अनुनादी आवृत्ति पर समस्वरित होता है।

✍ APDs (एवलांश फोटो डायोड) का तंतु प्रकाशीय संचार में संसूचक के लिये अच्छा उपयोग होता है।

✍ MASER का पूरा रूप Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radioation अर्थात् उद्दीपित उत्सर्जन विकिरण द्वारा सूक्ष्म तरंग का प्रवर्धन इसका उपयोग सूक्ष्म तरंग प्रवर्धक या दोलित्र के रूप में किया जाता है। MASER का सिद्धान्त LASER के अनुरूप है MASER की आवृत्ति परास $\leq 10^{11}$ *Hz*

✍ आवृत्ति मॉडॅलेशन में m_f (आवृत्ति मॉडूलेशन गुणांक) मॉडूलेटिंग आवृत्ति के व्युत्क्रमानुपाती होता है, जबकि स्पंद मॉडूलेशन (PM) में यह मॉडूलेटिंग आवृत्ति के साथ नहीं बदलता। एकल साइड बैक रहित मॉडलित वाहक अधिक अच्छा है क्योंकि इसमें अधिकतम मॉडूलेटिंग शक्ति समाहित है।

✍ एकल साइड बैण्ड रहित आयाम मॉडूलित वाहक अधिक अच्छा है क्योंकि इसमें अधिकतम मॉडूलेटिंग शक्ति समाहित है।

Ordinary Thinking

Objective Questions

संचार

1. लघु तरंग (Short wave) संचार में कौनसी आवृत्ति आयनमण्डल द्वारा परावर्तित होगी यदि इलेक्ट्रॉन घनत्व 10^{11} प्रति m^3 है [AIIMS 2003]
   (a) 2 *MHz* (b) 10 *MHz*
   (c) 12 *MHz* (d) 18 *MHz*
2. 500 *cycle/sec* आवृत्ति के श्रृव्य संकेत के लिए आयाम मॉडुलित तरंग की उपयुक्त वाहक आवृत्ति होगी [AMU 1996]
   (a) 50 *cycles/sec* (b) 100 *cycles/sec*
   (c) 500 *cycles/sec* (d) 50,000 *cycles/sec*
3. AM (आयाम मॉडुलेशन) का प्रसारण में उपयोग होता है, क्योंकि
   (a) अन्य मॉडुलेशन निकाय की तुलना में इसमें शोर कम होता है
   (b) अन्य निकाय की तुलना में इसमें कम शक्ति की आवश्यकता होती है
   (c) इसके उपयोग से ग्राही की जटिलता कम हो जाती है
   (d) कोई अन्य मॉडुलेशन निकाय उचित संचरण के लिए आवश्यक बैण्ड चौड़ाई प्रदान नहीं करता है
4. व्यावसायिक FM रेडियो प्रसारण के लिए अनुमत आवृत्ति परास है [MNR 1997]
   (a) 88 से 108 *MHz* (b) 88 से 108 *kHz*
   (c) 8 से 88 *MHz* (d) 88 से 108 *GHz*
5. एक संचरण लाइन का वेग गुणांक x है। यदि माध्यम का परावैद्युतांक 2.6 है तो x का मान है [AFMC 1995]
   (a) 0.26 (b) 0.62
   (c) 2.6 (d) 6.2
6. संकेत आवृत्ति (अर्थात् श्रृव्य संकेत) को वाहक तरंग पर लादने (Superimposing) की क्रिया को कहते हैं [AIIMS 1987]
   (a) संचरण (b) ग्राहीकरण
   (c) माइलेशन (d) संसूचक
7. लम्बी दूरी के लघु तरंग (Short wave) प्रसारण में प्रयुक्त संचरण विधा है [AFMC 1996]
   (a) भू-तरंग (b) आयनमण्डल तरंग
   (c) सीधी तरंग (d) व्योम तरंग
8. एक Step फाइबर का आपेक्षिक अपवर्तनांक 0.88% है क्रोड-अधिपट्टन अन्तरापृष्ठ पर क्रांतिक कोण का मान होगा (sin 84°24' = 0.9912) [Manipal 2003]
   (a) 60° (b) 75°
   (c) 45° (d) उपरोक्त में से कोई नहीं
9. समाक्षीय केबिल का अभिलाक्षणिक प्रतिबाधा का क्रम है [CPMT 2003]
   (a) 50 Ω (b) 200 Ω
   (c) 270 Ω (d) उपरोक्त में से कोई नहीं
10. किसी आवृत्ति परास में, अंतरिक्ष तरंगें संचरित होती हैं [EAMCET 2002]
    (a) HF (b) VHF
    (c) UHF (d) SHF
11. यदि एक प्रकाशीय फाइबर के क्रोड एवं अधिपट्टन के अपवर्तनांक μ_1 एवं μ_2 हों तब प्रकाश ह्रास को कम किया जा सकता है यदि [BVP 2003]
    (a) $\mu_1 > \mu_2$ (b) $\mu_1 < \mu_2$
    (c) $\mu_1 = \mu_2$ (d) उपरोक्त में से कोई नहीं
12. रेडियो तरंगों को किस तरंग संचरण विधा द्वारा एक स्थान से दूसरे स्थान तक भेजा जा सकता है [JIPMER 2003]
    (a) भू-तरंग संचरण (b) व्योम तरंग संचरण
    (c) अंतरिक्ष तरंग संचरण (d) उपरोक्त सभी
13. 10^{12} *watt* शक्ति वाली एक लेज़र पुंज को एक वस्तु के 10^{-4} cm^2 क्षेत्रफल पर फोकस किया जाता है। फोकसित बिन्दु पर ऊर्जा-फ्लक्स *watt/* cm^2 में होगा [AFMC 2003]
    (a) 10^{20} (b) 10^{16}
    (c) 10^{8} (d) 10^{4}
14. एक टैंक परिपथ में 1 *nF* का संधारित्र एवं 10 μH का प्रेरक जुड़ा है। इससे उत्पन्न वाहक आवृत्ति होगी [AFMC 2003]
    (a) 1592 *Hz* (b) 1592 *MHz*
    (c) 1592 *kHz* (d) 159.2 *Hz*
15. प्रसारण एण्टीना सामान्यतः किस प्रकार के होते हैं [AFMC 2003]
    (a) Omnidirectional type (b) ऊर्ध्वाधर
    (c) क्षैतिज (d) उपरोक्त में से कोई नहीं
16. सामान्यतः टेलीविज़न प्रसारण में प्रयुक्त आवृत्ति परास है [AMU 2002]

(a) 30-300 *MHz* (b) 30-300 *GHz*

(c) 30-300 *KHz* (d) 30-300 *Hz*

17. 300 *MHz* से 3000 *MHz* आवृत्ति की रेडियो तरंगें किस बैण्ड से सम्बन्धित है **[AMU 2002]**

(a) उच्च आवृत्ति बैण्ड (HF)

(b) बहुत उच्च आवृत्ति बैण्ड (VHF)

(c) अति उच्च आवृत्ति (UHF)

(d) बहुत अति उच्च आवृत्ति (SHF)

18. एक एण्टीना अनुनादी परिपथ की तरह कार्य करता है जबकि इसकी लम्बाई है **[MNR 2002]**

(a) $\frac{\lambda}{2}$ (b) $\frac{\lambda}{4}$

(c) λ (d) $\frac{\lambda}{2}$ या $\frac{\lambda}{2}$ का पूर्ण गुणक

19. वायुमण्डल के *F*- क्षेत्र में अधिकतम उपयोगी आवृत्ति (MUF) *x* है, जबकि क्रांतिक आवृत्ति 60 *MHz* एवं आपतन कोण 70° है। तब *x* का मान है **[Himachal PMT 2003]**

(a) 150 *MHz* (b) 170 *MHz*

(c) 175 *MHz* (d) 190 *MHz*

20. आवृत्ति 2 *MHz* से 30 *MHz* की वि.चुम्बकीय तरंगें हैं **[Haryana PMT 2003]**

(a) भू-तरंग संचरण में (b) व्योम तरंग संचरण में

(c) सूक्ष्म तरंग संचरण में (d) उपग्रह संचार में

21. लेज़र एक कला सम्बद्ध स्त्रोत है, क्योंकि **[JIPMER 2003]**

(a) यह कई तरंगदैर्ध्य रखता है

(b) यह एक ही तरंगदैर्ध्य की असंयोजित तरंगें रखता है

(c) कई तरंगदैर्ध्यों की संयोजित तरंगें

(d) एक-ही तरंगदैर्ध्य की संयोजित तरंगें

22. प्रकाशीय तन्तु में ह्रास (Attenuation) का कारण है **[AFMC 2003]**

(a) अवशोषण

(b) प्रकीर्णन

(c) न अवशोषण और न ही प्रकीर्णन

(d) दोनों (a) एवं (b)

23. एक *h* ऊँचाई के TV टॉवर से TV संकेतों की अधिकतम परास समानुपाती है **[AIIMS 2003]**

(a) $h^{1/2}$ (b) h

(c) $h^{3/2}$ (d) h^2

24. लेज़र पुंज का उपयोग सर्जरी (शल्य क्रिया) में होता है, क्योंकि यह **[AIIMS 2003]**

(a) उच्च एकवर्णी है

(b) उच्च कलासम्बद्ध है

(c) उच्च दिशात्मक है

(d) तीव्ररूप से फोकस की जा सकती हैं

25. लेज़र पुंज का उपयोग लम्बी दूरी-मापन से किया जाता है, क्योंकि **[DCE 2002, 03]**

(a) एकवर्णी है (b) अत्यधिक ध्रुवित है

(c) कलासम्बद्ध (d) अत्यधिक समान्तर है

26. एक दोलित्र 2 *kHz* आवृत्ति की FM तरंगें उत्पन्न करता है। इनमें उत्पन्न आवृत्ति विचलन 10 *kHz* है। मॉडुलेटिंग गुणांक है **[DCE 2004]**

(a) 0.20 (b) 5.0

(c) 0.67 (d) 1.5

27. एक AM तरंग का शिखर से शिखर तक अधिकतम वोल्टेज 24 *mV* है एवं शिखर से शिखर तक न्यूनतम वोल्टेज 8 *mV* है। मॉडुलेशन गुणांक का मान है

(a) 10% (b) 20%

(c) 25% (d) 50%

28. एक sine वाहक तरंग की आवृत्ति 1.5 *MHz* एवं आयाम 50 *V* है। इस वाहक तरंग का 50% मॉडुलेशन एक 10 *kHz* के sine वोल्टेज के अनुरूप किया गया है। निम्न एवं उच्च साइड बैण्डों की आवृत्तियाँ *kHz* में क्रमशः होगी

(a) 1490, 1510 (b) 1510, 1490

(c) $\frac{1}{1490}, \frac{1}{1510}$ (d) $\frac{1}{1510}, \frac{1}{1490}$

29. अति मॉडुलित (Over modulated) तरंग का मॉडुलेशन गुणांक है

(a) 1 (b) शून्य

(c) < 1 (d) > 1

30. Product modulator मुख्यतः है

(a) एक प्रवर्धक (b) एक मिक्सर

(c) एक आवृत्ति विलोडक (d) एक कला पृथक्कारी

31. यदि f_a एवं f_f क्रमशः वाहक तरंग की आयाम मॉडुलित एवं आवृत्ति मॉडुलित आवृत्तियाँ हैं तब

(a) $f_a > f_f$ (b) $f_a < f_f$

(c) $f_a \approx f_f$ (d) $f_a \geq f_f$

32. AM की तुलना में FM की कमी (Disadvantage) है

(a) अपेक्षाकृत अधिक बैण्ड चौड़ाई की आवश्यकता

(b) अधिक शोर (Noise)

(c) अधिक मॉडुलेशन शक्ति

(d) अल्प दक्षता

33. यदि कई sine तरंगें जिनके मॉडुलेशन गुणांक n_1, n_2, n_3 .... हैं एक वाहक तरंग को मॉडुलित करें तब कुल मॉडुलेशन गुणांक (n) होगा

(a) $n_1 + n_2 ...+ 2(n_1 + n_2...)$ (b) $\sqrt{n_1 - n_2 + n_3..........}$

(c) $\sqrt{n_1^2 + n_2^2 + n_3^2.........}$ (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

34. एक AM तरंग की 100% मॉडुलेशन के लिए कुल शक्ति 1800 *watt* है। वाहक तरंग की शक्ति होगी

(a) 1000 *watt* (b) 1200 *watt*

(c) 1500 *watt* (d) 1600 *watt*

35. बिना संकेत निवेश के एक FM सम्प्रेषी की आवृत्ति कहलाती है

(a) नीचे की साइड बैण्ड आवृत्ति (b) उच्च साइड बैण्ड आवृत्ति

(c) विश्राम आवृत्ति (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

36. रेडियो प्रसारण के लिए भारत में प्रयुक्त मॉडुलेशन है

(a) आयाम मॉडुलेशन (b) आवृत्ति मॉडुलेशन

(c) स्पन्द मॉडुलेशन (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

37. जब मॉडुलेटिंग आवृत्ति को दोगुना करते हैं तो मॉडुलेशन गुणांक आधा हो जाता है, एवं मॉडुलेटिंग वोल्टेज नियत रहता है, मॉडुलेशन निकाय है

(a) आयाम मॉडुलेशन (b) कला मॉडुलेशन

(c) आवृत्ति मॉडुलेशन (d) उपरोक्त सभी

38. एण्टीना एक उपकरण है

(a) जो वि. चुम्बकीय ऊर्जा को रेडियो आवृत्ति सिग्नल में बदल देता है

(b) जो रेडियो आवृत्ति सिग्नल को वि. चुम्बकीय ऊर्जा में बदल देता है

(c) जो गाइडेड (Guided) वि. चुम्बकीय तरंगों को मुक्त आकाश वि. चुम्बकीय तरंगों में परिवर्तित कर देता है

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

39. जब प्रसारण केन्द्र को ग्राही से समस्वरित करते हैं तब वास्तव में हम

(a) स्थानीय संधारित्र की आवृत्ति परिवर्तित करते हैं

(b) ग्रहण किये जाने वाले रेडियो संकेत की आवृत्ति परिवर्तित करते हैं

(c) एण्टीना को समस्वरित करते हैं

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

40. निम्न में से कौन सा निकाय अंकीय है

(a) स्पंद स्थिति मॉडुलेशन (PPM)

(b) स्पंद कोड मॉडुलेशन (PCM)

(c) स्पन्द अंतराल मॉडुलेशन (PWM)

(d) स्पन्द आयाम मॉडुलेशन (PAM)

41. एक संचार निकाय में, किस स्थान पर शोर, सिग्नल को अधिक प्रभावित करता है

(a) सम्प्रेषी पर (b) चैनल में या संचारण लाइन में

(c) सूचना स्रोत में (d) ग्राही पर

42. दूर संचार में प्रयुक्त तरंगें हैं

(a) IR (b) UV

(c) सूक्ष्म तरंगें (d) कॉस्मिक किरणें

43. एक FM निकाय में, एक 7 *kHz* का संकेत 108 *MHz* की वाहक तरंग को मॉडुलित करता है। इसके फलस्वरूप आवृत्ति विचलन 50 *kHz* प्राप्त होता है। वाहक उछाल (Swing) है

(a) 7.143 (b) 8

(c) 0.71 (d) 350

44. प्रकाशीय तन्तु संचार के सम्बन्ध में, सत्य कथन नहीं है **[AIEEE 2003]**

(a) प्रकाश तन्तु की क्रोड समांगी एवं इसके चारों ओर उपयुक्त अधिपट्टन (Cladding) होता है

(b) प्रकाशीय तन्तु का अपवर्तनांक घटते क्रम (Graded) में हो सकता है

(c) प्रकाशीय तन्तु में बाहरी विद्युत चुम्बकीय व्यवधान होता है

(d) प्रकाशीय तन्तु मे संचरण ह्रास लगभग नगण्य है

45. वह घटना जिसके द्वारा प्रकाश प्रकाशीय तन्तु में गमन करता है, है **[DCE 2001]**

(a) परावर्तन (b) अपवर्तन

(c) पूर्ण आंतरिक परावर्तन (d) संचरण

46. पृथ्वी पर TV संकेतों को TV प्रसारण केन्द्र से 100 *km* की दूरी से अधिक दूरी पर ग्रहण नहीं किया जा सकता है। इसके पीछे कारण यह है कि **[DCE 1995]**

(a) 100 *km* से अधिक दूरी पर ग्राही-एण्टीना संकेतों को संसूचित करने में असमर्थ है

(b) TV प्रोग्राम में श्रव्य एवं दृश्य दोनों संकेत होते हैं

(c) TV संकेत रेडियो संकेतों की तुलना में कम शक्तिशाली होते हैं

(d) पृथ्वी तल गोले की तरह वक्राकार है

47. प्रकाशीय फाइबर (तन्तु) का लाभ है **[DCE 2005]**

(a) उच्च बैण्ड चौड़ाई एवं विद्युत चुम्बकीय व्यवधान

(b) निम्नतम बैण्ड चौड़ाई एवं विद्युत चुम्बकीय व्यवधान

(c) उच्च बैण्ड चौड़ाई, अल्प संचरण क्षमता एवं कोई विद्युत चुम्बकीय व्यवधान नहीं

(d) उच्च बैण्ड चौड़ाई, उच्च डाटा संचरण क्षमता एवं कोई विद्युत चुम्बकीय व्यवधान नहीं

48. आवृत्ति मॉडुलेशन में **[Kerala PMT 2005]**

(a) मॉडुलित तरंग का आयाम वाहक तरंग की आवृत्ति के अनुरूप परिवर्तित होता है

(b) मॉडुलित तरंग की आवृत्ति मॉडुलेटिंग तरंग के आयाम के अनुरूप परिवर्तित होती है

(c) मॉडुलित तरंग का आयाम वाहक तरंग के आयाम के अनुरूप परिवर्तित होता है

(d) मॉडुलित तरंग की आवृत्ति मॉडुलेटिंग तरंग की आवृत्ति के अनुरूप परिवर्तित होती है

49. श्रृव्य संकेत को सीधे संचरित नहीं किया जा सकता है, क्योंकि **[Kerala PMT 2005]**

(a) संकेत में शोर (Noise) अधिक है

(b) दूर-संचार के लिए संकेत को प्रवर्धित नहीं किया जा सकता है

(c) आवश्यक प्रेषी एण्टीना की लम्बाई बहुत कम है

(d) आवश्यक एण्टीना की लम्बाई बहुत अधिक एवं अव्यवहारिक है

50. निम्न किस क्षेत्र में सुदूर संवेदन तकनीक का उपयोग नहीं होता है **[Kerala PMT 2005]**

(a) वन घनत्व (b) प्रदूषण

(c) लैण्ड मैपिंग (d) मेडिकल चिकित्सा

51. 10 *MHz* सिग्नल के व्योम तरंग संचार के लिए आयनमण्डल में निम्नतम इलेक्ट्रॉन घनत्व क्या होना चाहिए **[AIIMS 2005]**

(a) $\sim 1.2 \times 10^{12}\ m^{-3}$ (b) $\sim 10^{6}\ m^{-3}$

(c) $\sim 10^{14}\ m^{-3}$ (d) $\sim 10^{22}\ m^{-3}$

52. यदि क्रोड ओर परिनिधान (Cladding) के अपवर्तनांक क्रमांक n_1 और n_2 है तो एक प्रकाशीय फाइबर के वायु-क्रोड अन्तरापृष्ठ पर अधिकतम स्वीकरण कोण क्या होगा **[AIIMS 2005]**

(a) $\sin^{-1}(n_2/n_1)$ (b) $\sin^{-1}\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$

(c) $\left[\tan^{-1}\dfrac{n_2}{n_1}\right]$ (d) $\left[\tan^{-1}\dfrac{n_1}{n_2}\right]$

CT Critical Thinking

Objective Questions

1. 55 *MHz* आवृत्ति की व्योम तरंग वायुमण्डल के *D*-क्षेत्र में 45° के कोण पर आपतित होती है। अपवर्तन कोण का मान होगा (*D*-क्षेत्र में इलेक्ट्रॉन घनत्व 400 *electron*/*cm*³) **[Haryana PMT 2003]**

(a) 60° (b) 45°

(c) 30° (d) 15°

2. एक डायोड AM संसूचक में, निर्गत परिपथ में $R = 1k\Omega$ एवं $C = 10\ pF$ एक वाहक सिग्नल 100 *kHz* को संसूचित करना है। क्या यह ठीक है

(a) हाँ (b) नहीं

(c) जानकारी अपर्याप्त है (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

3. एक प्रकाशीय संचार तंत्र पर विचार करें जो कि तरंगदैर्ध्य 800 *nm* पर कार्य करता है। मान लीजिए प्रकाशीय स्रोत की आवृत्ति का 1% केवल प्रकाशीय संचार की चैनल बैण्ड चौड़ाई के लिए उपलब्ध है। श्रृव्य संकेत संचरण के लिए आवश्यक बैण्ड चौड़ाई 8 *kHz* है। इस संकेत को संचरित करने के लिए कितने चैनलों को जोड़ा जा सकता है

(a) 4.8×10^8 (b) 48

(c) 6.2×10^8 (d) 4.8×10^5

4. एक अर्द्धचालक पदार्थ से बना प्रकाश संसूचक के लिए $E_g = 0.73\ eV$ है। वह अधिकतम तरंगदैर्ध्य जिसे यह संसूचित कर सकता है, होगी

(a) 1000 *nm* (b) 1703 *nm*

(c) 500 *nm* (d) 173 *nm*

5. एक सम्प्रेषी एरियल (Aerial) को 9 *kW* शक्ति देता जब वाहक तरंग अनमॉडुलित है। यदि वाहक तरंग 40% मॉडुलित कर दी जाये तो उत्सर्जित शक्ति होगी

(a) 5 *kW* (b) 9.72 *kW*

(c) 10 *kW* (d) 12 *kW*

6. एक AM सम्प्रेषी एण्टीना की धारा 8 *A* है जबकि केवल वाहक को भेजा जाये। यदि वाहक को sine मॉडुलित करके भेजें तो एण्टीना धारा बढ़कर 8.96 *A* हो जाती है प्रतिशत मॉडुलेशन है

(a) 50% (b) 60%

(c) 65% (d) 71%

7. एक AM तरंग की कुल शक्ति 1500 *W* है। 100% मॉडुलेशन पर वाहक द्वारा संचारित शक्ति होगी

(a) 500 *W* (b) 700 *W*

(c) 750 *W* (d) 1000 *W*

8. एक AM तरंग की कुल शक्ति 900 W है। 100% मॉडुलेशन पर प्रत्येक साइड बैण्ड द्वारा संचारित शक्ति होगी

(a) 50 W (b) 100 W

(c) 150 W (d) 200 W

9. एक FM वाहक तरंग की स्विंग (उछाल) 200 kHz एवं मॉडुलेटिंग संकेत की आवृत्ति 10 kHz है। मॉडुलेशन गुणांक होगा

(a) 5 (b) 10

(c) 20 (d) 25

10. एक 500 Hz के मॉडुलेटिंग वोल्टेज को एक FM जनरेटर में भेजा जाता है। जिससे आवृत्ति विचलन 2.25 kHz प्राप्त होता है। यदि वोल्टेज का परिमाण नियत रखे एवं आवृत्ति 6 kHz तक बढ़ा दी जाये तो नया आवृत्ति विचलन हो जाएगा

(a) 4.5 kHz (b) 54 kHz

(c) 27 kHz (d) 15 kHz

11. एक वाहक संकेत 60 sin $(2\pi \times 10^6\ t)$ को मॉडुलेट करने के लिए एक श्रृव्य संकेत $15 \sin 300\pi t$ को प्रयुक्त किया गया है। मॉडुलेशन की गहराई है

(a) 50% (b) 40%

(c) 25% (d) 15%

12. एक सिग्नल की सेम्पलिंग दर 8 kHz है, एवं इसमें 16 क्वाण्टीकृत स्तर (quantisation levels) प्रयुक्त होते हैं। इस सिग्नल की बिट दर है

(a) 32000 *bits/sec* (b) 16000 *bits/sec*

(c) 64000 *bits/sec* (d) 72000 *bits/sec*

13. एक आयाम मॉडुलित तरंग को 50% मॉडुलित किया गया है। यदि वाहक एवं एक साइड बैण्ड को हटा (suppress) दिया जाये, तब शक्ति में बचत होगी

(a) 70% (b) 65.4%

(c) 94.4% (d) 25.5%

14. आयाम मॉडुलेशन (AM) में, शत–प्रतिशत मॉडुलेशन प्राप्त होगा, यदि

(a) वाहक आयाम = संकेत आयाम

(b) वाहक आयाम $\neq$ संकेत आयाम

(c) वाहक आवृत्ति = संकेत आवृत्ति

(d) वाहक आवृत्ति $\neq$ संकेत आवृत्ति

Assertion & Reason

For AIIMS Aspirants

निम्नलिखित प्रश्नों में प्रक्कथन (Assertion) के वक्तव्य के पश्चात कारण (Reason) का वक्तव्य है।

(a) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं और कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण देता है

(b) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं किन्तु कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण नही देता है

(c) प्रक्कथन सही है किन्तु कारण गलत है

(d) प्रक्कथन और कारण दोनों गलत हैं

(e) प्रक्कथन गलत है किन्तु कारण सही है

1. प्रक्कथन : प्रकाशीय संचार में डायोड लेजर का उपयोग प्रकाशीय स्त्रोत के रूप में किया जाता है।

कारण : डायोड लेजर कम ऊर्जा व्यय करते है। **[AIIMS 2005]**

2. प्रक्कथन : टेलीविजन संकेत व्योम–तरंग संचरण द्वारा प्राप्त होते हैं।

कारण : एक निश्चित आवृत्ति से अधिक आवृत्ति की विद्युत चुम्बकीय तरंगों को आयनमण्डल परावर्तित कर देता है। **[AIIMS 2005]**

3. प्रक्कथन : उच्च अक्षांश पर हमें प्रकाश की रंगीन धरियाँ उच्च ऊँचाई से नीचे आती हुई दिखाई देती हैं।

कारण : सूर्य से आने वाले उच्च ऊर्जा के आवेशित कण पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के कारण ध्रुवीय क्षेत्रों की ओर विक्षेपित हो जाते हैं। **[AIIMS 2003]**

4. प्रक्कथन : लघु तरंग (Short wave) बैण्ड द्वारा रेडियो तरंगों को अधिक दूरी तक संचारित किया जाता है।

कारण : लघु तरंगें आयन मण्डल द्वारा परावर्तित कर दी जाती हैं। **[AIIMS 1994]**

5. प्रक्कथन : ऊँचाई के साथ पृथ्वी के वायुमण्डल की विद्युत चालकता घटती है।

कारण : बाह्य अन्तरिक्ष से आने वाले उच्च ऊर्जा के कणों (अर्थात् γ-कण एवं कॉसमिक किरणे) द्वारा वायुमण्डल में स्थित परमाणु आयनित हो जाते हैं, एवं ऊँचाई के साथ गैसों का दाब घटता जाता है।

6. प्रक्कथन : लघु तरंगदैर्ध्य की विद्युत चुम्बकीय तरंगें दीर्घ तरंगदैर्ध्य की विद्युत चुम्बकीय तरंगों की तुलना में भू पृष्ठ पर अधिक दूरी तक संचरित हो सकती हैं।

कारण : जितनी तरंगदैर्ध्य कम होगी उतना ही तरंग संचरण का वेग अधिक होगा।

7. प्रक्कथन : लघु तरंग बैण्ड (MW) एवं टेलीविजन प्रसारण सेवा में पृष्ठ तरंग संचरण विधा का उपयोग किया जाता है।

	कारण	: पृष्ठ तरंगें सीधे वायुमण्डल से होते हुए प्रेषी एन्टीना से ग्राही एन्टीना तक संचरित होती है।
8.	प्रक्कथन	: दूरी बढ़ने के साथ टेलीविजन प्रसारण दुर्बल होता जाता है।
	कारण	: टेलीविजन प्रेषी से संचरित शक्ति ग्राही की दूरी के व्युत्क्रमानुपाती है।
9.	प्रक्कथन	: व्योम तरंग संचरण की तुलना में सूक्ष्म तरंग संचरण अधिक श्रेष्ठ है।
	कारण	: सूक्ष्म तरंगों की परास 100 से 300 *GHz* है, इनमें दिशात्मक गुण होता है।
10.	प्रक्कथन	: दूर संवेदन के लिए कृत्रिम उपग्रह एक अच्छा प्लेटफॉर्म है।
	कारण	: ध्रुवीय कक्षा में स्थित कृत्रिम उपग्रह द्वारा ग्लोबल कवरेज किया जा सकता है, या भू-स्थायी उपग्रह की स्थिति में एक निश्चित भू-भाग का संतत् कवरेज किया जा सकता है।
11.	प्रक्कथन	: फैक्स एक मॉडुलेटिंग एवं द्वि-मॉडुलेटिंग उपकरण है।
	कारण	: किसी अभिलेख या कागजात के पुनरुत्पादन के लिए यह आवश्यक है।
12.	प्रक्कथन	: एक डिश एन्टीना बहुत उच्च दिशात्मक होता है।
	कारण	: क्योंकि एक डायपोल एन्टीना सर्व (omni) दिशात्मक होता है।

Answers

संचार

1	a	2	d	3	c	4	a	5	b
6	c	7	c	8	d	9	c	10	c
11	a	12	d	13	b	14	c	15	b
16	a	17	c	18	d	19	c	20	b
21	d	22	d	23	a	24	d	25	d
26	b	27	d	28	a	29	d	30	b
31	b	32	a	33	c	34	b	35	c
36	a	37	c	38	c	39	a	40	b
41	b	42	c	43	a	44	c	45	c
46	d	47	d	48	b	49	d	50	d
51	a	52	b						

Critical Thinking Questions

1	b	2	b	3	a	4	b	5	b
6	d	7	d	8	c	9	b	10	b
11	c	12	a	13	c	14	a		

प्रक्कथन एवं कारण

1	b	2	d	3	a	4	a	5	e
6	c	7	a	8	c	9	a	10	a
11	e	12	b						

Answers and Solutions

lapkj

1. (a) $f_c \approx 9(N_{\max})^{1/2} \Rightarrow f_c \approx 2\ MHz$
2. (d) वाहक आवृत्ति > श्रव्य आवृत्ति
3. (c)
4. (a) व्यवसायिक FM प्रसारण केन्द्रों पर, 88 से 108 *MHz* (अति उच्च बैण्ड) में, अधिकतम आवृत्ति विचलन 75 *kHz* अनुमत है।
5. (b) $v.f. = \frac{1}{\sqrt{k}} = \frac{1}{\sqrt{2.6}} = 0.62$
6. (c) वाहक + संकेत $\rightarrow$ मॉडुलेशन
7. (c)
8. (d) यहाँ $\frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{0.88}{100} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = 0.9912$

   $\therefore$ क्रान्तिक कोण $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right) = \sin^{-1}(0.9912) = 84°24'$
9. (c)
10. (c)
11. (a)
12. (d) रेडियो तरंगों को एक स्थान से दूसरे स्थान तक भू–तरंगों या व्योम तरंगों या अन्तरिक्ष तरंग संचरण द्वारा भेजा जा सकता है।
13. (b) ऊर्जा फ्लक्स $\phi = \frac{\text{स्पन्द शक्ति}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{10^{12}}{10^{-4}} = 10^{16}\ \frac{W}{cm^2}$
14. (c) $\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\times 3.14\sqrt{10\times 10^{-6}\times 1\times 10^{-9}}}$ =1592 *kHz*
15. (b)

16. (a) अति उच्च आवृत्ति (VHF) बैण्ड, आवृत्ति परास 30 *MHz* से 300 *MHz* का मुख्यतः TV एवं रेडार संचरण में उपयोग किया जाता है।

17. (c)

18. (d)

19. (c) अधिकतम उपयोगी आवृत्ति

$$MUF = \frac{f_c}{\cos\theta} = \frac{60}{\cos 70°} = 175\ MHz$$

20. (b)

21. (d)

22. (d) एक प्रकाशीय तन्तु में प्रकाश के अवशोषण या तन्तु में उपस्थित अशुद्धियों के कारण किनारों पर प्रकाश के प्रकीर्णन द्वारा प्रकाश के बाहर निकलने से प्रकाश ऊर्जा का एक थोड़ा सा भाग अपव्यय हो जाता है।

23. (a) $d = \sqrt{2hR} \Rightarrow d \propto h^{1/2}$

24. (d) शल्य चिकित्सा में तीक्ष्ण फोकसित प्रकाश पुंज की आवश्यकता होती है। लेजर को तीक्ष्णता से फोकस किया जा सकता है।

25. (d) लेजर पुंज पूर्णतः समान्तर होता है। इसलिए ये बहुत संकीर्ण होते हैं, एवं बिना फैलाव के लम्बी दूरी तक संचरित हो सकते हैं। यह लेजर का गुण है, जबकि ये एकवर्णी एवं कला सम्बद्ध होती है, ये इसके अभिलक्षण हैं।

26. (b) मॉडुलेशन गुणांक

$$m_f = \frac{\delta}{v_m} = \frac{\text{आवृत्ति विचलन}}{\text{मॉडुलेटिग आवृत्ति}} = \frac{10\times10^3}{2\times10^3} = 5$$

27. (d) यहाँ $V_{\max} = \frac{24}{2} = 12\ mV$ एवं $V_{\min} = \frac{8}{2} = 4\ mV$

अब $m = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max} + V_{\min}} = \frac{12-4}{12+4} = \frac{8}{16} = \frac{1}{2} = 0.5 = 50\%$

28. (a) यहाँ $f_c = 1.5\ MHz = 1500\ kHz,\ f_m == 10\ kHz$

$\therefore$ निम्न साइड बैण्ड आवृत्ति

$= f_c - f_m = 1500\ kHz - 10\ kHz = 1490\ kHz$

उच्च साइड बैण्ड आवृत्ति

$= f_c + f_m = 1500\ kHz + 10\ kHz = 1510\ kHz$

29. (d) जब $m_a > 1$ है, तब वाहक को ओवर मॉडुलित कहा जाता है।

30. (b) यह दुर्बल संकेतों को वाहक संकेतों के साथ मिश्रित करता है।

31. (b)

32. (a) आयाम मॉडुलेशन की तुलना में आवृत्ति मॉडुलेशन के लिए अधिक चौडाई (5 से 7 गुना) के चैनल की आवश्यकता होती है।

33. (c)

34. (b) $P_t = P_c\left(1 + \frac{m_a^2}{2}\right)$; जब $m_a = 1$

$$\Rightarrow 1800 = P_c\left(1 + \frac{(1)^2}{2}\right) \Rightarrow P_c = 1200\ W$$

35. (c)

36. (a)

37. (c)

38. (c) एन्टीना एक धात्विक संरचना है, जिसका उपयोग वि. चु. तरंगों के भेजने एवं ग्रहण करने में किया जाता है।

39. (a)

40. (b) पल्स कोड मॉडुलेशन एक अंकीय (digital) निकाय है।

41. (b)

42. (c) दूर संचार में, सूक्ष्म तरंगों का उपयोग होता है।

43. (a) वाहक उछाल $= \frac{\text{आवृत्ति विचलन}}{\text{मॉडुलेटिंग आवृत्ति}} = \frac{50}{7} = 7.143$

44. (c) प्रकाशीय तन्तुओं में बाह्य चुम्बकीय तरंगों से कोई व्यवधान (Interference) नहीं होता है।

45. (c) प्रकाशीय तन्तु में प्रकाश पूर्ण आन्तरिक परावर्तन द्वारा संचरित होता है।

46. (d)

47. (d) प्रकाशीय तन्तु के कुछ लाभ इस प्रकार हैं, ताम्र तार या रेडियों तरंगों की तुलना में प्रकाशीय तन्तु की संकेत ले जाने की क्षमता बहुत अधिक होती है। प्रकाशीय तन्तु बाहरी वि. चु. व्यवधान से स्वतंत्र होते हैं। इनमें क्रॉस बातचीत की समस्या नहीं होती है, जबकि सामान्य केबिलों एवं सूक्ष्म तरंग लिंकों में, यह समस्या बहुत होती है।

48. (b) श्रव्य आवृत्ति संकेत (मॉडुलेशन तरंग) के अनुसार वाहक तरंग (मॉडुलेशन तरंग) की आवृत्ति परिवर्तन करने की प्रक्रिया को आवृत्ति मॉडुलेशन कहते हैं।

49. (d) जब श्रव्य संकेतों को सीधे भेजा जाता है, तो निम्न समस्यायें सामने आती हैं

(i) ये संकेत अपेक्षाकृत कम परास के होते हैं।

(ii) यदि प्रत्येक व्यक्ति इन संकेतों को सीधे भेजने लगे तब इनका परस्पर व्यतिकरण इनको अप्रभावी कर देगा।

(iii) इनमें प्रभावी विकिरण एन्टीना की लम्बाई बहुत अधिक लगभग 75 *km* होगी।

50. (d) बिना किसी वास्तविक सम्पर्क के किसी दूर स्थित वस्तु के बारे में जानकारी (जैसे इसका रंग, आकार, ताप इसकी स्थिति) प्राप्त करना दूर संवेदन कहलाता है। कुछ ऐसे स्थान जो हमारी पहुँच से परे होते हैं, इन्हे दूर संवेदन द्वारा देखा या इनके बारे में जानकारी प्राप्त की जा सकती है, दूर संवेदन की प्रक्रिया उपग्रह द्वारा की जाती है।

51. (a) एक व्योम तरंग के वायुमण्डल की परत द्वारा परावर्तित होने के लिए क्रान्तिक आवृत्ति $f_c = 9(N_{max})^{1/2}$

$\Rightarrow 10 \times 10^6 = 9(N_{max})^{1/2}$

$\Rightarrow N_{max} = \left(\frac{10 \times 10^6}{9}\right)^2 \simeq 1.2 \times 10^{12} m^{-3}$

52. (b) कोर का स्वीकरण कोण $\theta = \sin^{-1}\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$

Critical Thinking Questions

1. (b) $n_{eff} = n_0\sqrt{1 - \left(\frac{80.5\,N}{\nu^2}\right)} = 1\sqrt{1 - \frac{80.5 \times (400 \times 10^6)}{(55 \times 10^6)^2}} \approx 1$

एवं $n_{eff} = \frac{\sin i}{\sin r} \Rightarrow \sin r = \sin i \Rightarrow r = i = 45°$

2. (b) डि–मॉडुलेशन के लिए, $\frac{1}{f_c} << RC$

$\frac{1}{f_c} = \frac{1}{100 \times 10^3} = 10^{-5} s$

$RC = 10^3 \times 10 \times 10^{-12} s = 10^{-8}\ s$

हम देख रहे हैं कि $\frac{1}{f_c}$ का मान RC से छोटा नहीं है, जोकि उपरोक्त शर्त के लिए आवश्यक है। अतः यह ठीक नहीं है।

3. (a) प्रकाशीय स्रोत की आवृत्ति $f = \frac{c}{\lambda}$

$= 3 \times 10^8/(800 \times 10^{-9}) = 3.8 \times 10^{14}\ Hz$

चैनल की चौड़ाई (उपरोक्त की 1%) = $3.8 \times 10^{12}\ Hz$

चैनलों की संख्या = $\frac{\text{चैनल की कुल चौडाई}}{\text{प्रति चैनल आवश्यक चौडाई}}$

(a) श्रृव्य संकेत के लिए चैनलों की संख्या

$= (3.8 \times 10^{12})/(8 \times 10^3) \simeq 4.8 \times 10^8$

4. (b) $h\nu$ का सीमान्त मान E_g इस प्रकार है, कि $h\nu = \frac{hc}{\lambda} = E_g$

या $\lambda = \frac{hc}{E_g} = \frac{6.63 \times 10^{-34} J\text{-}s \times 3 \times 10^8 ms^{-1}}{0.73 \times 1.6 \times 10^{-19} J}$ = 1703 nm

5. (b) $P_t = P_c\left[1 + \frac{m^2}{2}\right] = 9\left[1 + \frac{(0.4)^2}{2}\right]$

$= 9\left[1 + \frac{0.16}{2}\right]$ ($\because m$ = 40% = 0.4)

= 9 (1.08) = 9.72 kW

6. (d) हम जानते हैं कि $\left(\frac{I_t}{I_c}\right)^2 = 1 + \frac{m^2}{2}$

यहाँ $I_t = 8.96 A$ एवं $I_c = 8 A$

$\therefore \left(\frac{8.96}{8}\right)^2 = 1 + \frac{m^2}{2}$ या $1.254 = 1 + \frac{m^2}{2}$

या $\frac{m^2}{2} = 0.254$ या $m^2 = 0.508$ या m = 0.71 = 71%

7. (d) $\frac{P_t}{P_c} = 1 + \frac{m^2}{2}$ या $P_c = P_t\left[\frac{2}{2 + m^2}\right]$

$\therefore P_c = 1500\left[\frac{2}{2+1}\right]$ = 1000 W $\quad \because m$ = 100% = 1

8. (c) $P_c = P_t\left[\frac{2}{2 + m^2}\right] = 900\left[\frac{2}{2+1}\right] = 600\,W$

अब $P_{LSB} = \frac{m^2}{4} \times P_c = \frac{1}{4} \times 600 = 150\ W$

9. (b) CS = 2 × Δ f या Δf = CS/2

$\therefore \Delta f = \frac{200}{2} = 100\ kHz$ अब $m_f = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{100}{10} = 10$

10. (b) $m_f = \frac{\delta}{f_m} = \frac{2250}{500} = 4.5$

$\therefore$ नया विचलन $= 2(m_f\ f_m) = 2 \times 4.5 \times 6 = 54\ kHz$

11. (c) $m_a = \frac{E_m}{E_c} = \frac{15}{60} \times 100 = 25\%$

12. (a) यदि प्रति सेम्पल बिटों की संख्या n है, तब क्वाण्टीकरण स्तरों की संख्या = 2^n

चूँकि क्वाण्टीकरण स्तरों की संख्या 16 है

$\Rightarrow 2^n = 16 \Rightarrow n = 4$

$\therefore$ बिट दर = सेम्पलिंग दर × प्रति सेम्पल बिटों की संख्या

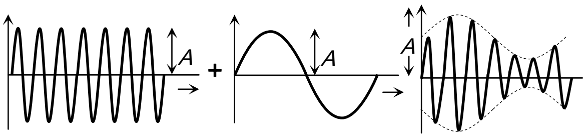
= 8000 × 4 = 32,000 $bits/sec$

13. (c) $P_{sb} = P_c\left(\frac{m_a}{2}\right)^2 = P_c\frac{(0.5)^2}{4} = 0.0625\ P_c$

एवं $P = P_c\left(1 + \frac{m_a^2}{2}\right) = P_c\left(1 + \frac{(0.5)^2}{2}\right) = 1.125\,P_c$

$\therefore$ % बचत $= \frac{(1.125\,P_c - 0.0625\,P_c)}{1.125\,P_c} \times 100 = 94.4\%$

14. (a) जब संकेत का आयाम वाहक के आयाम के तुल्य होता है, तब वाहक तरंग का आयाम $2A$ व शून्य के बीच परिवर्तित होता है।



$m_a = \frac{\text{वाहक तरंग के आयाम में परिवर्तन}}{\text{सामान्य वाहक का आयाम}}$

$= \frac{2A - A}{A} \times 100 = 100\%$

प्रक्कथन एवं कारण

1. (b) प्रकाशीय संचार में, डायोड लेजर का उपयोग अनुरेखीय संकेत (analog signals) या अंकीय स्पन्द (digital pulses) उत्पन्न करने में होता है। डायोड लेजरों का लाभ यह है, कि इनका आकार छोटा होता है, एवं निवेश शक्ति अल्प है।

2. (d) TV संकेत (30 *MHz* से अधिक आवृत्ति) व्योम तरंग संचरण द्वारा संचरित नहीं किये जा सकते हैं।

3. (a) सूक्ष्म तरंग संचार को प्रकाशीय संचार की तुलना में प्राथमिकता देते हैं, क्योंकि सूक्ष्म तरंगें अधिक संख्या में चैनल प्रदान करती हैं, एवं बैण्ड चौड़ाई भी प्रकाशीय संकेतों की तुलना में अधिक है। सूचना वहन क्षमता बैण्ड चौड़ाई के अनुक्रमानुपाती होती है।

4. (a) तरंगदैर्ध्य परास 30 *km* से 30 *cm* तक लघु तरंगें (short waves) कहलाती हैं। इन तरंगों का उपयोग रेडियो संचार एवं आयन मण्डल द्वारा लम्बी दूरी तक सामान्य संचार में किया जाता है। आयनमण्डल वायुमण्डल का बाह्यतः क्षेत्र है, जिसका विस्तार 80 *km* से लेकर 400 *km* तक है।

5. (e) ऊँचाई बढ़ने के साथ पृथ्वी के वायुमण्डल की विद्युत चालकता बढ़ती है।
जब उच्च ऊर्जा के कण पृथ्वी के वायुमण्डल में प्रवेश करते हैं, तब वायुमण्डल में उपस्थित गैसों को आयनित कर देते हैं। साथ ही ऊँचाई के साथ वायु विरल होती जाती है, एवं वायु दाब घटता जाता है।

6. (c) कम तरंगदैर्ध्य वाली विद्युत चुम्बकीय तरंगें वायुमण्डल में उपस्थित बाधाओं (कणों) द्वारा बहुत अधिक विवर्तित नहीं होती है। इसलिए ये लम्बी दूरी तक संचरित होती हैं। साथ ही छोटी तरंगदैर्ध्य होने पर तरंग संचरण वेग भी कम होगा।

7. (a) कारण व कथन दोनों सही हैं, एवं कारण कथन की सही व्याख्या करता है।

8. (c) जैसे-जैसे दूरी बढ़ती जाती है TV सिग्नल दुर्बल होते जाते है। इसलिए कथन सत्य है। TV प्रेषी से संचरित शक्ति ग्राही की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती है। इसलिए कारण गलत है।

9. (a) सूक्ष्म तरंगों में दिशात्मक गुण बहुत अच्छा होता है। इस कारण सूक्ष्म तरंगों को किसी एक निश्चित दिशा में पुंज सकेत रूप में रेडियो तरंगों की तुलना में अच्छी तरह से भेजा जा सकता है। सूक्ष्म तरंगें इनके मार्ग में आने वाली बाधाओं के किनारे पर मुड़ती नहीं हैं।

10. (a) एक कृत्रिम उपग्रह द्वारा दूर संवेदन की प्रक्रिया सम्पन्न होती है। एक दूर संवेदी उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर 918 *km* की ऊँचाई पर ध्रुवीय कक्षा में इस प्रकार उड़ता है कि पृथ्वी सतह पर दी गई स्थिति के ऊपर से स्थानीय समयानुसार गुजरता है।

11. (e) किसी दूर स्थान पर एक कागजात का इलेक्ट्रॉनिक पुनरूत्पादन FAX मॉडुलेशन कहलाता है, तब डिमॉडुलेशन मोडेम द्वारा होता है।

12. (b) डिश एण्टीना एक दिशात्मक एण्टीना है।

संचार

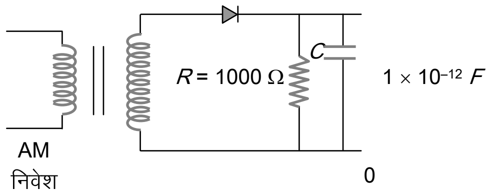
SET Self Evaluation Test - 28

1. पृथ्वी पर स्थित एक ग्राही सटेशन 5 *MHz* पर संकेतों को ग्रहण करता है एवं इस संकेत को एक भू-सम्प्रेषी द्वारा 300 *m* की ऊँचाई से संचारित किया गया है। सम्प्रेषी स्टेशन ग्राही स्टेशन से 100 *km* दूर है। संकेत किस चैनल द्वारा आ रहा है (पृथ्वी की त्रिज्या = $6.4 \times 10^6\ m$ आयनमण्डल के लिए $N_{max} = 10^{12}\ m^3$)

(a) अन्तरिक्ष तरंग द्वारा (b) व्योम तरंग संचरण द्वारा

(c) उपग्रह ट्रांसपोण्डर द्वारा (d) उपरोक्त सभी

2. निम्न संसूचक परिपथ में, उचित वाहक आवृत्ति है



(a) $<< 10^9\ Hz$ (b) $<< 10^5\ Hz$

(c) $>> 10^9\ Hz$ (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

3. एक समाक्षीय केबिल की प्रतिबाधा ज्ञात करो जबकि इसका प्रेरकत्व $0.40\ \mu H$ एवं धारिता $1 \times 10^{-11}\ F$ है

(a) $2 \times 10^2\ \Omega$ (b) $100\ \Omega$

(c) $3 \times 10^3\ \Omega$ (d) $3 \times 10^{-2}\ \Omega$

4. एक तरंग $e = 10\sin(10^8 t + 6\sin 1250\, t)$ द्वारा निरूपित होती है तब मॉडुलेटिंग गुणांक है

(a) 10 (b) 1250

(c) 10^8 (d) 6

5. एक प्रकाशीय तन्तु संचार निकाय तरंगदैर्ध्य 1.3 μm पर कार्य करता है। यदि चैनल आवृत्ति 20 *kHz* हो तो निकाय द्वारा कितने उपभोक्ता को जोड़ा जा सकता है

(a) 2.3×10^{10} (b) 1.15×10^{10}

(c) 1×10^5 (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

6. एक FM निकाय में एक 7 *kHz* का संकेत 108 *MHz* की वाहक तरंग को मॉडुलित करता है। इसके फलस्वरुप आवृत्ति विचलन 50*kHz* प्राप्त होता है। वाहक उछाल है

(a) 7.143 (b) 8

(c) 0.71 (d) 350

7. एक रेडियो रिसीवर द्वारा एक ही संधारित्र परन्तु भिन्न–भिन्न प्रेरकत्वों L_s एवं L_m का उपयोग करके लघु तरंग (Short wave) एवं मध्यम तरंग (Medium wave) स्टेशनों को समस्वरित किया जाता है। तब

(a) $L_s > L_m$ (b) $L_s < L_m$

(c) $L_s = L_m$ (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

8. आयनमण्डल की पर्तो E, F_1 एवं F_2 के इलेक्ट्रॉन घनत्व क्रमशः 2×10^{11}, 5×10^{11} एवं $8 \times 10^{11}\ m^{-3}$ हैं। रेडियो तरंगों के परावर्तन के लिए इन पर्तो के लिए क्रांतिक आवृत्तियों का अनुपात होगा

(a) 2 : 4 : 3 (b) 4 : 3 : 2

(c) 2 : 3 : 4 (d) 3 : 2 : 4

9. एक वाहक तरंग को एक साथ दो ज्या (sine) तरंगों द्वारा मॉडुलित किया जाता है। इनके मॉडुलेशन गुणांक क्रमशः 0.4 एवं 0.3 है। परिणामी मॉडुलेशन गुणांक होगा

(a) 1.0 (b) 0.7

(c) 0.5 (d) 0.35

10. एक 8 *km* लम्बे प्रकाश तन्तु में 120 μW औसत प्रकाशीय शक्ति निवेश की जाती है, एवं औसत निर्गत शक्ति 4 μW है, तब तन्तु क्षीणन (Attenuation) है (दिया है log 30 = 1.477)

(a) 14.77 *dB* (b) 16.77 *dB*

(c) 3.01 *dB* (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

11. एक AM प्रसारण सम्प्रेषी की एन्टीना धारा 11 *A* है, एवं यह 50% मॉडुलित है। वाहक धारा है

(a) 10.35 *A* (b) 9.25 *A*

(c) 10 *A* (d) 5.5 *A*

12. मुड़ने (Tilting) के कारण कौन सी तरंगें अन्ततः लुप्त हो जाती हैं

(a) सूक्ष्म तरंगें (b) पृष्ठ तरंगें

(c) व्योम तरंगें (d) अन्तरिक्ष तरंगें

13. जब मॉडुलेशन गुणांक 50% है, तब एक सम्प्रेषी 10 *kW* शक्ति संचरित करता है। वाहक तरंग की शक्ति है

(a) 5 *kW* (b) 8.89 *kW*

(c) 14 *kW* (d) 5.7 *kW*

14. एक टेलीफोन लिन्क केन्द्रीय आवृत्ति 10 *GHz* पर कार्यरत है। यदि इसका केवल 1% उपलब्ध है, तब कितने टेलीफोन चैनल एक साथ दिये जा सकते हैं, जबकि प्रत्येक टेलीफोन बैण्ड चौड़ाई 5 *kHz* घेरता है

(a) 2×10^4 (b) 2×10^6

(c) 5×10^4 (d) 5×10^6

AS Answers and Solutions

(SET -28)

1. (b) अन्तरिक्ष तरंग संचार द्वारा तय की गई अधिकतम दूरी

$\sqrt{2Rh} = 62\ km$

क्रान्तिक आवृत्ति = $f_c = 9(N_{\max})^{1/2} \simeq 9\ MHz$

5 *MHz* < f_c, इसलिए व्योम तरंग संचरण (आयन मण्डलीय संचरण) होना चाहिए।

2. (a) $\frac{1}{f_{\text{वाहक}}} << RC$

समय नियतांक $RC = 1000 \times 10^{-12} = 10^{-9}\, s$

अब $\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{10^{-9}} = 10^9\, Hz$

इस प्रकार वाहक तरंग की आवृत्ति $10^9 Hz$ से बहुत कम होनी चाहिए।

3. (a) $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ से, $Z = \sqrt{\frac{0.40 \times 10^{-6}}{10^{-11}}} = 2 \times 10^2 \Omega$

4. (d) मानक समीकरण से तुलना करने पर

5. (b) प्रकाशीय स्रोत की आवृत्ति

$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{1.3 \times 10^{-6}} = 2.3 \times 10^{14}\, Hz$

$\therefore$ चैनलों या उपभोक्ताओं की संख्या $= \frac{2.3 \times 10^{14}}{20 \times 10^3}$

= 1.15×10^{10}

6. (a) वाहक उछाल $= \frac{\text{आवृत्ति विचलन}}{\text{मॉडुलेटिंग आवृत्ति}} = \frac{50}{7} = 7.143$

7. (b) $\nu = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \nu_m = \frac{c}{\lambda_m}$ एवं $\nu_s = \frac{c}{\lambda_s}$

$\because \lambda_m > \lambda_s \Rightarrow \nu_m < \nu_s$

एवं $\nu_m = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_m C}}$ एवं $\nu_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_s C}}$

$\Rightarrow \frac{\nu_m}{\nu_s} = \sqrt{\frac{L_s}{L_m}} \Rightarrow L_s < L_m.$

8. (c) $f_c \propto (N)^{1/2} \Rightarrow (f_c)_E : (f_c)_{F_1} : (f_c)_{F_2}$

$= (2 \times 10^{11})^{1/2} : (5 \times 10^{11})^{1/2} : (8 \times 10^{11})^{1/2}$ = 2 : 3 : 4

9. (c) $m = \sqrt{m_1^2 + m_2^2} = \sqrt{(0.16) + (0.09)} = 0.5$

10. (a) क्षीणन (Attenuation) $= 10 \log \frac{120}{4} = 10 \log 30$

$= 10 \times 1.4771 = 14.77\ dB.$

11. (a) $I_{\text{वाहक}} = \frac{I_{rms}}{\sqrt{1 + \frac{m_a^2}{2}}} = \frac{11}{\sqrt{1 + \frac{(0.5)^2}{2}}} = 10.35\ A$

12. (b)

13. (b) $P_c = \frac{P}{\left(1 + \frac{m_a^2}{2}\right)} = \frac{10000}{\left(1 + \frac{(0.5)^2}{2}\right)} = \frac{10000}{1.125} = 8.89\ kW$

14. (a) 10 *GHz* का 1% = $10 \times 10^9 \times \frac{1}{100} = 10^8\, Hz$

चैनलों की संख्या $= \frac{10^8}{5 \times 10^3} = 2 \times 10^4$

***