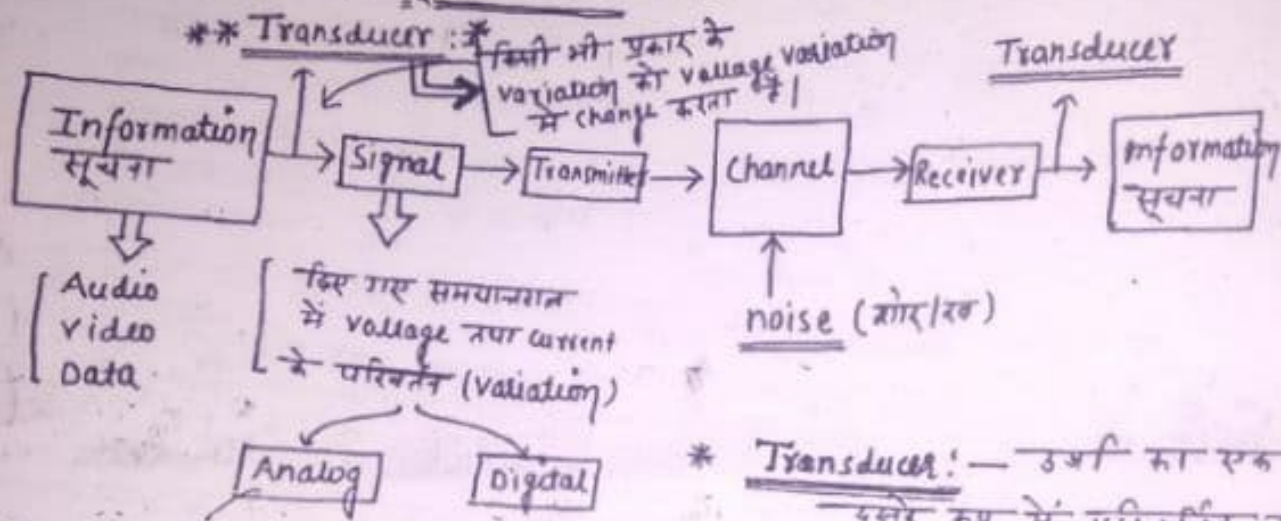




Communication - System

(संचार-तंत्र)

- ☆ वह तंत्र जिसका उपयोग सूचनाओं (Information) को एक स्थान से दूसरे स्थान तक भेजने हेतु किया जाता है, संचार तंत्र कहलाता है।
- संचार तंत्र के मुख्य अवयव निम्न हैं -



* Transducer : — उच्च का एक रूप, दूसरे रूप में परिवर्तित करता है।

1. Information (सूचना) : — सूचना Audio या Video भणवा Data रूप में उपस्थित होती है।

2. Signal (संकेत) : — विरग समानांतर में वोलता भणवा धारा के परिवर्तन संकेत कहलाता है। किसी सूचना को Transmission (प्रेषण) हेतु उसे signal में change किया जाता है।

Signal दो प्रकार के होते हैं :-

- (i) Digital signal (मंकीप संकेत)
- (ii) Analog signal (अनुरूप संकेत)

Analog signal में वोलता भणवा धारा के variation सत्र (continuous) होते हैं। जबकि Digital signal में वोलता भणवा धारा के परिवर्तन, विघटन होते हैं। तथा वोलता के दो स्तर होते हैं -

0 स्तर तथा 1 स्तर

Note :-

BCD coding (Binary coded decimal) - इसमें दशकों में आने वाले चार Binary bits (0/1) के रूप में प्रदर्शित दिया जाता है। जैसे -

0	→ 0000	[8 → 1000]
1	→ 0001	
2	→ 0010	
3	→ 0011	
4	→ 0100	[9 → 1001]
5	→ 0101	
6	→ 0110	
7	→ 0111	

(iii) Noise :- ऐसे अवांछित सिग्नल (Unwanted signal) जो कि transmitted signal के साथ जुड़कर, transmission में बाधा उत्पन्न करते हैं। Noise कहते हैं।

जैसे - Telephone में खर-खराह की आवाज

(iv) Transmitter :- Transmitter वह युक्ति है जो कि signal को लम्बी दूरी पर भेजने से पूर्व उसे उपयुक्त रूप में अर्थ प्रदान करे।

(v) Receiver :- * आवश्यक signal को पहचानता है।
* तथा उसे फुल मूचर में परिवर्तित करता है।
* अर्थात् यह Transmitter के विपरीत प्रकार का कार्य करता है।

(vi) attenuation :- ^{गति} Signal का तरोल की ओर दौड़ते, उसकी ऊर्जा का ह्रास (loss) होना सीधता (attenuation) कहलाता है।

(vii) Amplification :- ^{Signal} ~~सिग्नल~~ के आयाम में वृद्धि देने की प्रक्रिया, प्रवर्धन कहलाती है। यह attenuation (सीधता) के कारण होने वाली क्षति को पूर्ति करती है।

(viii) Range :- * signal की वह अधिकतम दूरी, जो कि स्रोत व लक्ष्य के मध्य उसकी प्रवर्धता द्वारा प्राप्त की गई है परास कहलाती है।
परास, प्रेषित (Transmitter) पर निर्भर करती है।

बैंड चौड़ाई :-
(Band width)

सोई भी संकेत (signal) विभिन्न प्रकार की आवृत्तियों का सम्मिश्रण है। बैंड चौड़ाई आवृत्ति की एक विधार्थ परास है। प्रत्येक संकेत तथा उपकरण एक बैंड चौड़ाई रखता है तथा इसी बैंड चौड़ाई पर ही उसका प्रचालन संभव है। Ex: $10\text{K} \text{ :- } 20\text{MHz}$ to 2000MHz
बैंड चौड़ाई की सहायता से हम विभिन्न संकेतों को एक साथ भेज सकते हैं।

[X] मॉडुलेशन :-
(modulation)

निम्न आवृत्ति वाले संकेतों को लम्बी दूरी हेतु संचरित नहीं किया जा सकता है अतः निम्न आवृत्ति वाले संकेतों को उच्च आवृत्ति अथवा उर्जा वाली तरंग पर अध्यारोपित किया जाता है। इस प्रकार संकेत तथा वाहक तरंग का सम्मिश्रण, मॉडुलेशन कहलाता है।

[Y] विमॉडुलेशन :-
(Demodulation)

यह मॉडुलेशन के विपरीत प्रक्रिया है। अर्थात् विमॉडुलेशन में मूल संकेत तथा वाहक तरंग को पृथक्-पृथक् किया जाता है।

[Z] पुनरावर्तक :-
(Repeaters)

पुनरावर्तक अभिगृही (receiver) तथा प्रेषित्र (Transmitter) का संयोजन होता है अर्थात् यह प्रेषित्र से signal का ग्रहण कर उसे प्रेषित करता है तथा उसे पुनः अभिगृही को प्रेषित (Transmit) कर देता है। अर्थात् इनका उपयोग परास में वृद्धि करने हेतु किया जाता है।

जैसे :- (संचार उपग्रह)



☆ Modulation :-

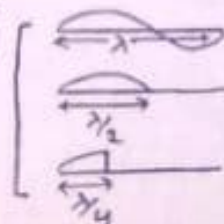
(माडुलेशन) [1] \rightarrow निम्न आवृत्ति के सिग्नल को अधिक दूरी साध भण्डारोपित करने के लिए इसे उच्च आवृत्ति के सिग्नल के कहलाती है। यह प्रक्रिया माडुलन

[2] निम्न आवृत्ति की तरंगों जिनका भण्डारोपण किया जाता है माडुलेटिंग तरंगों, उच्च आवृत्ति की तरंगों वाहक तरंगों तथा माडुलन के परिणाम प्राप्ति परिणामी तरंगों को माडुलित तरंग कहते हैं।

* [3] माडुलन की आवश्यकता :- निम्न आवृत्ति की तरंगों (जैसे - श्रव्य आवृत्ति (audio frequency) की परास 20 Hz से $20,000\text{ Hz}$) को लम्बी दूरी प्रसारित नहीं किया जा सकता, क्योंकि कि निम्न कारण, प्रसारण में अवरोध प्रदर्शित करते हैं :-

1. एन्टीना की ऊँचाई।
2. एन्टीना द्वारा प्रभावी शक्ति विकिरण।
3. सिग्नलों का मिश्रित हो जाना।

1. एन्टीना की ऊँचाई :- प्रेषी एन्टीना की ऊँचाई कम से कम $\frac{\lambda}{4}$ होना आवश्यक है।



* निम्न आवृत्ति जैसे $\nu = 20\text{ Hz}$ हेतु आवश्यक λ :-

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8}{20} = 1.5 \times 10^7 \text{ m}$$

* इन तरंगों के प्रेषण हेतु आवश्यक एन्टीना की ऊँचाई - $\frac{\lambda}{4} = \frac{1.5 \times 10^7}{4} = 3.75 \times 10^6 \text{ m}$

* एन्टीना की यह ऊँचाई व्यवहार में संभव नहीं है।

2. किसी रेडियो द्वारा प्रभावी शक्ति विवरण -

1 लम्बाई के रेडियो द्वारा ~~प्रभावी शक्ति~~ विकसित शक्ति (P) तथा तरंगदैर्घ्य के मध्य निम्न सम्बन्ध होता है -

$$P \propto \left(\frac{1}{\lambda}\right)^2$$

अतः यदि $\lambda = \text{const.}$

$$* P \propto \frac{1}{\lambda^2}$$

अतः निम्न आवृत्ति के सिग्नल तरंगदैर्घ्य (λ) का मान अधिक होगा है फलस्वरूप सिग्नल हेतु शक्ति प्रसारण कम होगा।

3. सिग्नलों का मिश्रण :- जब एक ही समय पर कई प्रेषित सिग्नल प्रेषित करते हैं तब ये सभी सिग्नल परस्पर मिल जाते हैं तथा इन्हें प्रेषक करना कठिन होता है।

[4] \Rightarrow अतः स्पष्ट है, कि जब निम्न आवृत्ति के सिग्नलों को लम्बी दूरी तक उसी रूप में भेजना हो तब माड्यूलन आवश्यक है।

[5]

\Rightarrow वाहक तरंगों दो प्रकार की होती हैं -

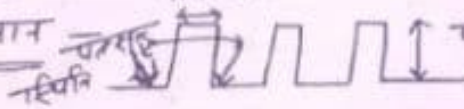
1. अध्या वक्रिया -

$$c(t) = A_c \sin \omega_c t$$

पल्स मॉड्यूल

1. आधाम माड्यूलन (AM)
2. आवृत्ति माड्यूलन (FM)
3. कला माड्यूलन (PM)

2. स्टेप मान



पल्स आधाम

1. पल्स अंतराल माड्यूलन (PT)
2. पल्स आधाम (PA) माड्यूलन
3. पल्स चरित्र माड्यूलन

[6] \Rightarrow माड्यूलन करते समय, वाहक तरंगों के गुणों को, सूचना सैकेट के अनुरूप परिवर्तित दिया जाता है। तथा जिस को गुण को परिवर्तित दिया जाता है उसी आधार पर माड्यूलन का आभरण दिया जाता है -

1. आधाम माड्यूलन (AM) Amplitude modulation
2. आवृत्ति माड्यूलन (FM) frequency modulation
3. कला माड्यूलन (PM) phase modulation

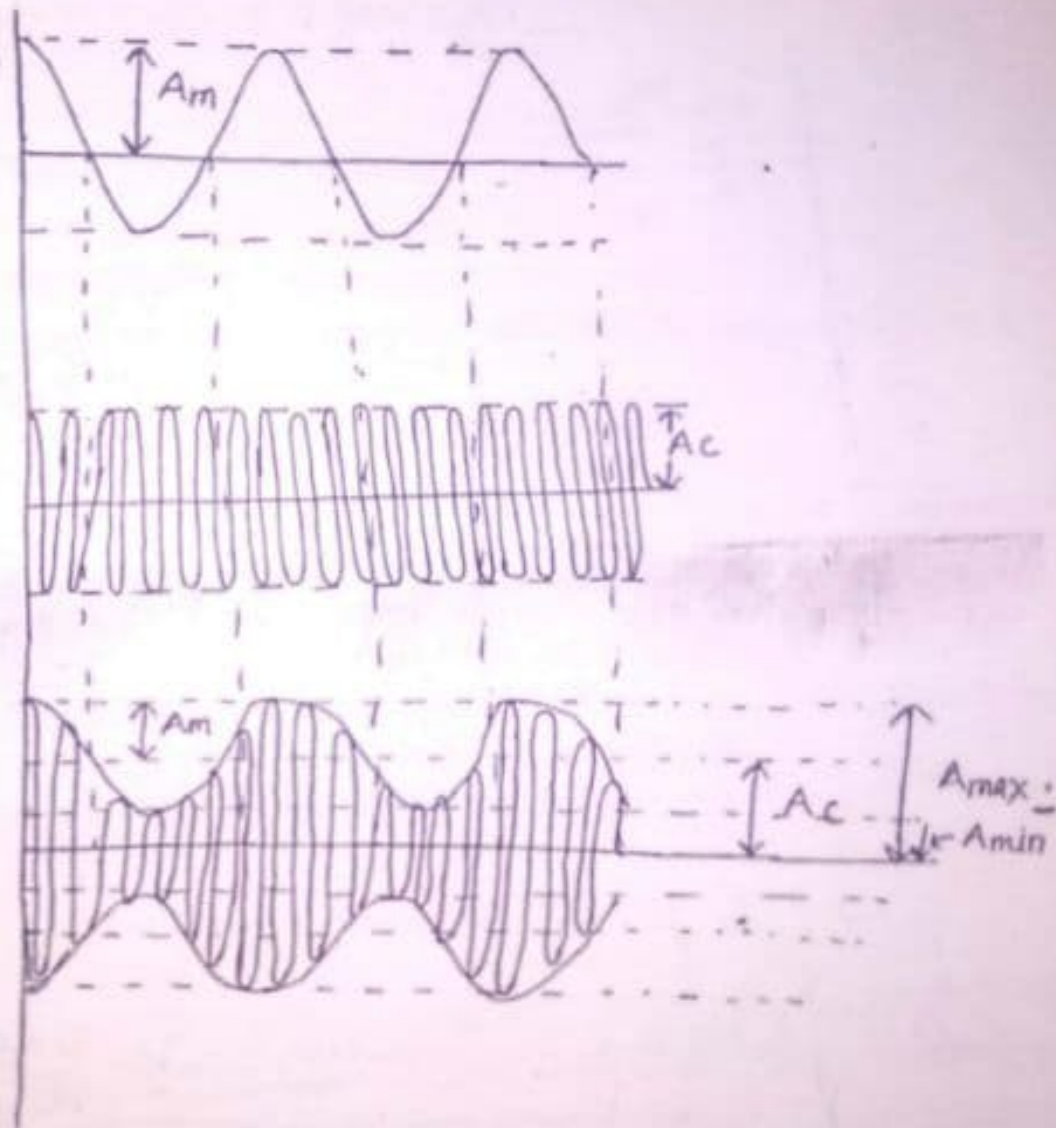
1. आयाम माडुलन

(Amplitude modulation)

⇒ आयाम माडुलन में वाहक तरंग का आयाम सूचना संकेत के तात्क्षणिक मान द्वारा परिवर्तित होते हैं परन्तु मादृति तथा कला अपरिवर्तित रहते हैं।

$m(t) = A_m \sin \omega_m t$
(सूचना संकेत)

$c(t) = A_c \sin \omega_c t$
(वाहक तरंग)



⇒ आयाम मादुलित तरंग का समीकरण :-

माना मादुलक तरंग का समी. (संदेश सिग्नल) निम्न है -

$$m(t) = A_m \sin \omega_m t$$

तथा वाहक तरंग का समी. -

$$c(t) = A_c \sin \omega_c t \text{ है।}$$

मह्यारोपण के कारण -

$$C_m(t) = (A_c + A_m \sin \omega_m t) \sin \omega_c t$$

$$= A_c \sin \omega_c t + A_m \sin \omega_m t \cdot \sin \omega_c t$$

**** Modulation Index :-** वाहक तरंग का आयाम को (मादुलन सूचकांक) मादुलक सिग्नल या संदेश सिग्नल के अनुसार परिवर्तित किया जाता है। अतः वाहक तरंग के आयाम में परिवर्तन तथा मूल वाहक तरंग के आयाम का अनुपात, मादुलन सूचकांक कहलाता है।

$$\mu = \frac{\text{वाहक तरंग के आयाम में परिवर्तन}}{\text{मूल वाहक तरंग का आयाम}} = \frac{A_m}{A_c}$$

* विकृष्टा से सूचित हेतु $\mu \leq 1$ रखा जाता है।

$$\therefore \sin A \sin B = \frac{1}{2} [\cos(A-B) - \cos(A+B)] \text{ से -}$$

$$= A_c \sin \omega_c t + \frac{A_m}{2} [\cos(\omega_c - \omega_m)t - \cos(\omega_c + \omega_m)t]$$

$$\Rightarrow \therefore \mu = \frac{A_m}{A_c} \text{ अतः } A_m = \mu A_c$$

$$\begin{cases} \cos(\omega_m - \omega_c) \\ = \cos(\omega_c - \omega_m) \\ \text{क्यों कि} \\ \cos(-\theta) = \cos \theta \end{cases}$$

$$C_m(t) = \left[A_c \sin \omega_c t + \frac{\mu A_c}{2} \cos(\omega_c - \omega_m)t - \frac{\mu A_c}{2} \cos(\omega_c + \omega_m)t \right]$$

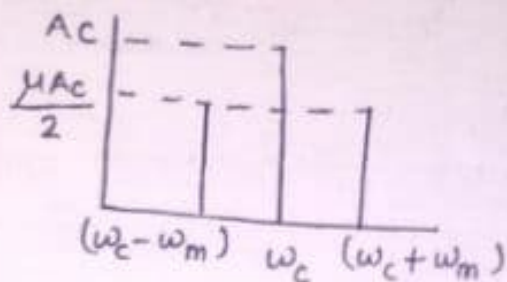
**** यहाँ $(\omega_c - \omega_m)$ = निम्न पार्श्व आवृत्ति (LSB)**

$(\omega_c + \omega_m)$ = उच्च पार्श्व आवृत्ति (USB)

स्पष्ट है कि प्रत्येक मादुलित सिग्नल में ω_c आवृत्ति की वाहक तरंग के साथ दो अन्य ज्यामितीय तरंगें प्राप्त होती हैं।

$$C_m(t) = A_c \sin \omega_c t + \frac{\mu A_c}{2} \cos(\omega_c - \omega_m)t - \frac{\mu A_c}{2} \cos(\omega_c + \omega_m)t$$

तथा मादुलित सिग्नल का आवृत्ति स्पेक्ट्रम निम्न प्रकार होता है —



तथा $f_{LSB} = \frac{\omega_c - \omega_m}{2\pi}$ व $f_{USB} = \frac{\omega_c + \omega_m}{2\pi}$

व बैंड चौड़ाई —

$$BW = f_{USB} - f_{LSB} \Rightarrow \frac{1}{2\pi} (\omega_c + \omega_m - \omega_c + \omega_m) \Rightarrow \frac{2\omega_m}{2\pi}$$

$$BW \Rightarrow 2f_m$$

NOTE :- मादुलित सूचकांक को अधिकतम आयाम A_{max} तथा न्यूनतम आयाम A_{min} के रूप में निम्न प्रकार ज्ञात करते हैं —

$$\mu = \frac{A_{max} - A_{min}}{A_{max} + A_{min}}$$

Ques :- 10 MHz आवृत्ति एवं 10 V शिखर मान का एक संदेश सिग्नल 1 MHz आवृत्ति एवं 20 V शिखर मान वाली वाहक तरंग के साथ मादुलित किया जाता है तब मादुलित सूचकांक तथा उत्पन्न पार्श्व बैंड ज्ञात करो —

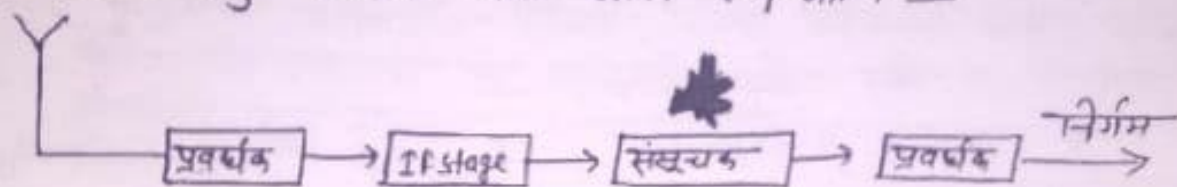


विमॉडुलन/संसूचन

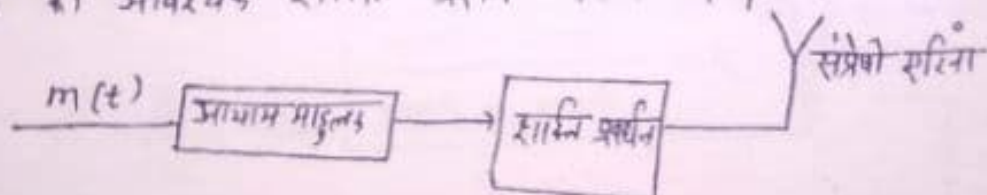
(Demodulation) { * यह मॉडुलन के विपरीत प्रक्रिया होती है।
* इसमें मॉडुलित तरंगों से मॉडुलर तथा वाहक तरंगों को पृथक्-पृथक् दिया जाता है।

⇒ विमॉडुलन अथवा संसूचन करने से पहले वाहक आवृत्ति को पहले सहच आवृत्ति स्टेज (IF stage) पर इसे निम्न आवृत्ति में परिवर्तित किया जाता है। तथा संसूचन के पश्चात् इसे प्रबल बनाने हेतु प्रवर्धन दिया जाता है। अतः —

आमिगपरी
स्क्रीन

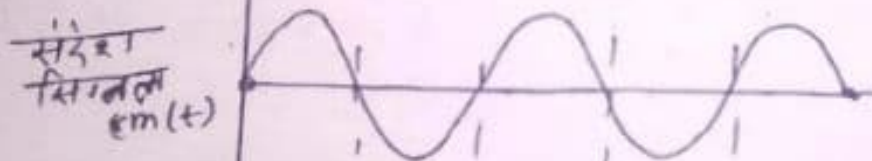
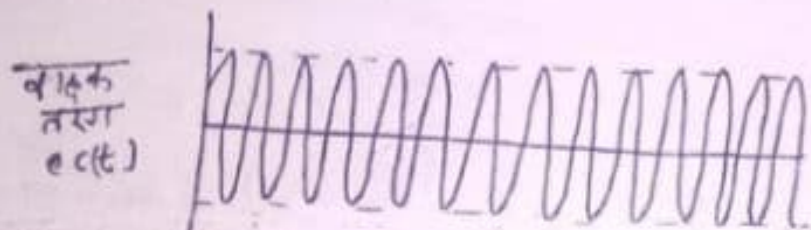


NOTE - मॉडुलित संकेत को यथावत संचरित नहीं किया जा सकता।
मॉडुलेटर को एक शक्ति प्रवर्धक के साथ जोड़ा जाता है जो संकेत को आवश्यक शक्ति प्रदान करता है।

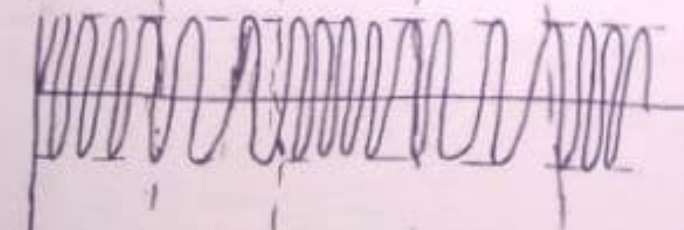


☆ आवृत्ति माँडुलन - जब वाहक तरंग की आवृत्ति को माँडुलक (frequency modulation) सिग्नल के अनुरूप परिवर्तित करे जबकि आयाम तथा कला नियत रहे तब माँडुलन, आवृत्ति माँडुलन कहलाता है।

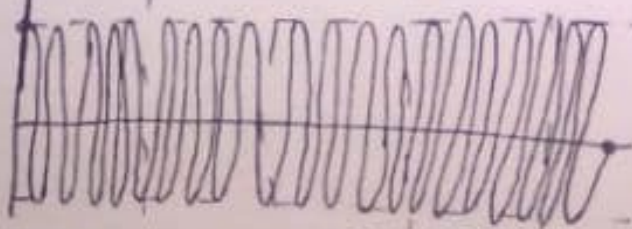
☆ कला माँडुलन - जब वाहक तरंग की ~~आवृत्ति~~ कला को माँडुलक (phase modulation) सिग्नल के अनुरूप परिवर्तित करे जबकि आयाम व आवृत्ति नियत रहे तब माँडुलन, कला माँडुलन कहलाता है।



(आवृत्ति माँडुलन)



(कला माँडुलन)



Name of electromagnetic waves	frequency Range (Hz)	wave length (λ) (meter)	Source	Application
1. गामा किरणें	$5 \times 10^{20} - 3 \times 10^{19}$	$6 \times 10^{-15} - 1 \times 10^{-10}$	रेडियोएक्टिव नाभिकों के विघटन होने पर।	कैंसर के इलाज में।
2. X-किरणें	$3 \times 10^{19} - 1 \times 10^{16}$	$1 \times 10^{-10} - 3 \times 10^{-8}$	तीव्रगामी e^- पुंज की भारी धातु तश्च द्वारा रोकने पर।	समस्त विशिष्टता में, क्रिस्टल संरचना के अध्ययन में।
3. पराबैंगनी विकिरण	$1 \times 10^{16} - 8 \times 10^{14}$	$3 \times 10^{-8} - 4 \times 10^{-7}$	सूर्य, कार्बन माई विद्युतचिसर्जन नलिका	अनेकों रोगों में बीजाणुओं के मारने में, प्रकाश विद्युत उत्सर्जन में।
4. दृश्य प्रकाश	$8 \times 10^{14} - 4 \times 10^{14}$	$4 \times 10^{-7} - 6 \times 10^{-7}$	तापदीप्त वस्तुओं से।	अन्य वस्तुओं देखने में।
5. अवरक्त विकिरण	$4 \times 10^{14} - 3 \times 10^{11}$	$8 \times 10^{-7} - 3 \times 10^{-5}$	गर्म वस्तुओं द्वारा	रोमीयो की सिमार्ड, रात्रि फोटोग्राफी में।
6. माइक्रो तरंगें	$3 \times 10^{11} - 1 \times 10^9$	$1 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-1}$	स्फुर्तिंग, विसर्जन प्रयत्न में मैग्नेट्रॉन वातु द्वारा।	राडार व दूरसंचार में।
7. रेडियो (या वेतार) तरंगें।	$3 \times 10^9 - 3 \times 10^4$	$1 \times 10^{-1} - 10^4$	दोहनरी परिपथों द्वारा।	संचार प्रसार व रेडिबिजन में।

Name of BandFrequency

• AM (आधाम माधुरित)	530 KHz - 1710 KHz
• FM (आवृत्ति माधुरित)	88 MHz - 108 MHz
• रेडिओविजन तरंगों	54 MHz - 890 MHz
• अत्यन्त उच्च आवृत्ति (UHF)	340 MHz - 935 MHz (सेलफोन फोन प्रणाली में कार्य करने वाले)