B.Sc. Part-III (General) Examination, 2017

Subject : Physics

Paper : IV A

Time: 3 Hours **Full Marks: 65**

The figures in the right hand margin indicate full marks.

দক্ষিণ প্রান্তস্থ সংখ্যাগুলি পূর্ণমানের নির্দেশক।

Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.

পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দিতে হবে।

New Syllabus

Group A

বিভাগ - ক

1. Answer *any fifteen* questions: 1×15=15

যে কোনো পনেরোটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

(i) Write down two important properties of LASER beam.
লেসার রশ্মির দুটি উল্লেখযোগ্য ধর্ম লেখো।

(ii) The sky is blue in day time— Explain.
দিনের আকাশের রং নীল—ব্যাখ্যা করো।

(iii) Mention one important difference between BJT and FET.
BJT ও FET-র মধ্যে একটি গুরুত্বপূর্ণ পার্থক্য উল্লেখ করো।

(iv) What kind of forces between two oppositely charged ions are present in an ionic crystal?
আয়নিত কেলাসে দুটি বিপরীত ধর্মের আধানের মধ্যে কী কী ধরনের বল কাজ করে?

(v) What do you mean by the term 'polarization' in a dielectric material?
কোনো পরাবৈদ্যুতিক বস্তুর ক্ষেত্রে 'polarization' বলতে কী বোঝো?

(vi) What is the principle of an A. C. generator?
A. C. জেনারেটারের মূলনীতি কী?

(vii) What is Flip flop?
Flip flop কাকে বলে?

(viii) What is reverberation time?
অনুরণনকাল কাকে বলে?

(ix) Write down Barkhausen Criteria for oscillator.
অসিলেটরের ক্ষেত্রে বার্ক হাউসেন শর্ত কী?

(x) What is CD-ROM?
CD- ROM কী?

(xi) Mention advantages of C-language.
C-ভাষার সুবিধাগুলি উল্লেখ করো।

(xii) What is MODEM?
'মডেম' কী?

(xiii) Write down two important characteristics of an ideal OP-AMP.
একটি আদর্শ অপ্-অ্যাম্প-এর দুটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করো।

(xiv) Mention any two modes of radio wave propagation.
রেডিও তরঙ্গের সঞ্চরণের যে কোনো দুটি ধরন উল্লেখ করো।

(xv) Write down the principle of a motor.
মোটরের নীতিটি লেখো।

(xvi) Write down the meaning of holography.
হলোগ্রাফি-র অর্থ লেখো।

(xvii) What is Sabine?
স্যাবাইন কী?

(xviii) What is the difference between high level language and machine language?
High level language এবং machine language -এর তফাৎ কী?

(xix) What is AVC?
AVC কী?

(xx) What is piezoelectricity?
Piezoelectricity কী?

Group B
(বিভাগ - খ)

Answer *any five* questions. 10×5=50
যে কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

2. (a) Write down Maxwell's equations inside matter by stating the laws involved in these equations.
পদার্থের মধ্যে ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণগুলি পদার্থবিদ্যার সূত্র উল্লেখ করে লেখো।

(b) What is the physical significance of displacement current?
বিস্থাপন (displacement) প্রবাহের ভৌতিক তাৎপর্য কী?

(c) In a medium the displacement current is equal to the maximum conduction current for a medium of dielectric constant 5 at a frequency of 1MHz. Find the conductivity of the medium. 4+2+4=10
কোনো মাধ্যমে পরিবাহী প্রবাহ ও বিস্থাপন প্রবাহের মান সমান। যদি মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান 5 হয়, তবে মাধ্যমের পরিবাহিতাঙ্ক নির্ণয় করো। দেওয়া আছে সংকেতের কম্পাঙ্ক 1MHz।

3. (a) What is reverberation? Obtain Sabine formula for optimum reverberation time by making simplified assumptions.
অনুরণন কাকে বলে? ন্যূনতম অনুরণনকাল সংক্রান্ত স্যাবাইনের ফর্মুলা নির্ণয় করো, সাধারণ প্রতিপাদ্য ধরে।

(b) The size of a room is 100 × 50 × 50 cft. The room contains 500 chairs and each chair has absorption coefficient = 0·12 Sabine. Find the reverberation time of the room. Given the absorption coefficient of walls = 0·02 Sabine and k = 0·05. 1+6+3=10
একটি ঘরের আয়তন 100 × 50 × 50 ঘনফুট। ঘরে 500টি চেয়ার আছে ও প্রত্যেক চেয়ারের শোষণাঙ্ক = 0·12 Sabine। ঘরের ন্যূনতম অনুরণনকাল নির্ণয় করো। দেওয়া আছে ঘরের মেঝে ও দেওয়ালের শোষণাঙ্ক = 0·02 Sabine ও k = 0·05।

4. (a) Draw the circuit diagram of a self bias CE transistor amplifier.
একটি CE অ্যামপ্লিফায়ারের স্বয়ংক্রিয় বায়াসের বর্তনী আঁকো।

(b) Find the operating point of self bias circuit and hence find the first stability factor $S = \left(\frac{\partial I_c}{\partial I_{c0}}\right)_{\beta_1 V_{BE}}$ 4+(4+2)=10
স্বয়ংক্রিয় বায়াস বর্তনীর কার্যকর বিন্দু নির্ণয় করো ও প্রথম সুস্থিরতা গুণক $S = \left(\frac{\partial I_c}{\partial I_{c0}}\right)_{\beta_1 V_{BE}}$ নির্ণয় করো।

5. (a) What is need for modulation in radio wave communication? Obtain the expression for an amplitude modulated wave.
মডুলনের প্রয়োজনীয়তা কী? বিস্তার মডুলনের মডুলিত তরঙ্গের রাশিমালা নির্ণয় করো।

(b) Show that, in amplitude modulation, the carrier carries $\frac{2}{3}$ of the total power when modulation unit is one.
দেখাও যে বিস্তার মডুলনের ক্ষেত্রে বাহক তরঙ্গ মোট ক্ষমতার $\frac{2}{3}$ অংশ বহন করে, যখন মডুলনের মাত্রা এক।

(c) Write down the advantages of optical fibre communication. (2+4)+2+2=10
অপটিক্যাল ফাইবার দ্বারা যোগাযোগের সুবিধাগুলি কী কী?

6. (a) What is population inversion? What are the methods adopted in population inversion? How population inversion is done in He-Ne LASER?
ডি-পপুলেশন কাকে বলে? কী কী পদ্ধতিতে ডি-পপুলেশন ঘটানো হয়? He-Ne LASER-এ কীভাবে ডি-পপুলেশন ঘটানো হয়?

(b) What is multiplexer? Draw the schematic diagram of 4 : 1 multiplexer and obtain truth table. (1+2+3)+(1+3)=10
মাল্টিপ্লেক্সার কাকে বলে? একটি 4 : 1 মাল্টিপ্লেক্সারের বর্তনী চিত্র আঁকো ও সত্যসারণি লেখো।

7. (a) What is an OP AMP? Explain the working of OP AMP as differentiator and integrator.
OP AMP কাকে বলে? একটি OP AMP কীভাবে ডিফারেন্সিয়েটর ও ইন্টিগ্রেটর হিসাবে ব্যবহার করা যায় ব্যাখ্যা করো।

(b) Explain the working of a super heterodyne receiver using block diagram. (1+2½+2½)+4=10
একটি সুপার হেটেরোডাইন গ্রাহক যন্ত্রের স্থূলচিত্র সহযোগে কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করো।

8. What is operating system? Mention the differences between operating system and programming language? Draw the basic building block diagram of a computer. Write a program in C language that reads an integer and prints it out backwards. 2+2+2+4=10

অপারেটিং সিস্টেম কাকে বলে? অপারেটিং সিস্টেম ও প্রোগ্রামিং ভাষা (programming language)-এর মধ্যে পার্থক্য কী? স্থূলচিত্রের সাহায্যে কম্পিউটার-এর বিভিন্ন অংশ আঁকো। C ভাষায় একটি প্রোগ্রাম তৈরি করো যেটি একটি পূর্ণসংখ্যাকে ইনপুটরূপে নেবে এবং আউটপুটে বিপরীত ক্রমে লিখবে।

9. What are the differences between AC and DC generators? Explain the working of a DC generator by explaining its construction. What are kind of losses in a transformer? 3+3+2+2=10

AC ও DC জেনারেটরের মধ্যে পার্থক্য কী কী? একটি DC জেনারেটরের গঠন উল্লেখ করে কার্যকারিতা ব্যাখ্যা করো। ট্রান্সফর্মারে কী কী ধরনের শক্তিক্ষয় হয়?

B.Sc. Part-III (General) Examination, 2017

Subject : Physics

Paper : IV A

Time: 3 Hours **Full Marks: 65**

The figures in the right hand margin indicate full marks.

দক্ষিণ প্রান্তস্থ সংখ্যাগুলি পূর্ণমানের নির্দেশক।

Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.

পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দিতে হবে।

Old Syllabus

Group A

(বিভাগ - ক)

1. Answer *any eight* questions: 2×8=16

যে কোনো আটটি প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

(i) What do you understand by the sensitivity of carbon microphone?
কার্বন মাইক্রোফোনের সুবেদিতা বলতে কী বোঝো?

(ii) What are the advantages of platinum resistance thermometer over ordinary thermometers?
সাধারণ থার্মোমিটার অপেক্ষা প্ল্যাটিনাম রোধ থার্মোমিটার ব্যবহারের সুবিধা কী কী?

(iii) What is an ideal blackbody? Give an example.
আদর্শ কৃষ্ণবস্তু কাকে বলে? এর একটি উদাহরণ দাও।

(iv) A refrigerator is working at 0°C and room temperature 27°C. How much energy is to be supplied to the refrigerator so that it converts 1kg of water at 0°C to 1kg of ice at 0°C? (Latent heat of ice 80 cal/gm)
একটি রেফ্রিজারেটর 0°C ও ঘরের তাপমাত্রা 27°C তাপমাত্রায় কাজ করে। 1kg জলের তাপমাত্রা 0°C থেকে 1kg বরফে 0°C তাপমাত্রায় পরিণত করতে হলে, রেফ্রিজারেটরে কী পরিমাণ কার্য করতে হবে?

(v) Write down the three important properties of LASER beam.
লেসার রশ্মির তিনটি উল্লেখযোগ্য ধর্ম উল্লেখ করো।

(vi) What are kind of losses in a transformer?
ট্রান্সফর্মারে কী কী ধরনের শক্তিক্ষয় হয়?

(vii) What is the principle of diffusion pump?
ব্যাপন পাম্পের মূল নীতি কী?

(viii) What is the importance of transistor biasing?
ট্রানজিস্টর বায়াসের প্রয়োজনীয়তা কী কী?

(ix) What are solar module and array?
সৌর মডিউল ও অ্যারে কী?

(x) Mention two differences between amplitude modulation and frequency modulation.
বিস্তার মডুলনের ও কম্পাঙ্ক মডুলনের মধ্যে দুটি পার্থক্য উল্লেখ করো।

(xi) What is geostationary orbit? Find an expression for geostationary orbit.
ভূসমলয় কক্ষপথ কাকে বলে? ভূসমলয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো।

(xii) What is full form of 'RADAR'? Why UHF signal is used in RADAR?
'RADAR' কথাটির সম্পূর্ণ অর্থ কী? র‍্যাডারে কেন UHF ব্যবহার করা হয়?

(xiii) What is skip zone? Does it depend on day or night time? Why?
স্কিপ জোন কী? ইহা কি দিন ও রাতের উপর নির্ভর করে? কেন?

(xvi) Draw the circuit diagram of an OP AMP that acts as an unity gain amplifier circuit.
একটি OP AMP - কে কীভাবে একক বিবর্ধক হিসাবে ব্যবহার করা যায় তার বর্তনীচিত্র আঁকো।

Group B

(বিভাগ - খ)

Answer *any two* questions. 12½×2=25
যে কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

2. (a) Explain the principle of working of an Otto cycle. Find also the efficiency of Otto cycle in terms of adiabatic expansion ratio.
একটি অটো চক্রের কার্যকারিতা ব্যাখ্যা করো ও ইহার তাপীয় দক্ষতা রুদ্ধতাপ প্রসারণ অনুপাতের আকারে প্রমাণ করো।

(b) What are difference between Otto and Diesel cycle?
অটো ও ডিজেল চক্রের মধ্যে পার্থক্য কী?

(c) In an Otto engine the adiabatic expansion who is 5. Assuming the air as working substance $\gamma = 1 \cdot 4$. Find the efficiency of the Otto engine. (3+3)+3+3½=12½
একটি অটো ইঞ্জিনের রুদ্ধতাপ অনুপাত 5। বায়ুকে কার্যকরী পদার্থ হিসাবে ধরে নিয়ে ($\gamma = 1 \cdot 4$), অটো ইঞ্জিনের কার্যদক্ষতা নির্ণয় করো।

3. (a) What is reverberation and reverberation time? Obtain Sabine formula for reverberation time by making simplified assumptions.
অনুরণন ও অনুরণনকাল কাকে বলে? অনুরণনকাল সংক্রান্ত স্যাবাইনের সূত্র প্রতিষ্ঠা করো। সাধারণ প্রতিপাদ্য ধরে নাও।

(b) The size of a room is 100 × 50 × 50 cft. The room contains 500 chairs and each having absorption coefficient = 0·12 Sabine. Find the reverberation time of the room. Assume the absorption co-efficient of walls = 0·02 Sabine and k = 0·05.
একটি ঘরের মাপ 100 × 50 × 50 ঘনফুট। ঘরেতে 500টি চেয়ার আছে। প্রতিটি চেয়ারের শোষণাঙ্ক = 0·12। ঘরের দেওয়াল ও মেঝের শোষণাঙ্ক = 0·02। ঘরটির অনুরণনকাল নির্ণয় করো। দেওয়া আছে k = 0·05।

(c) What do you mean by 'dead' room? Write down Erying formula for dead room. (2+5)+4+1½=12½
নিস্প্রাণ ঘর বলতে কী বোঝো? নিস্প্রাণ ঘরের জন্য ইরিং সূত্রটি লেখো।

4. (a) What is a transformer? Give an account of construction and working of a transformer.
ট্রান্সফর্মার কী? একটি ট্রান্সফর্মারের গঠন ও কার্যকারিতা সংক্ষেপে আলোচনা করো।

(b) What are different kinds of a transformer? What is the efficiency of an ideal transformer?
ট্রান্সফর্মার কী কী প্রকারের হয়? একটি আদর্শ ট্রান্সফর্মারের কার্যদক্ষতা কত?

(c) The input voltage of an ideal transformer is 2000V and output voltage is 200V. The power of the transformer is 20kVA and the secondary has 66 turns. Find the number of turns in primary and also the current in secondary. (2+5)+(1+1½)+3=12½
একটি আদর্শ ট্রান্সফর্মারের ইনপুট বিভব 2000V ও আউটপুট বিভব 200V। ট্রান্সফর্মারের ক্ষমতা 20kVA ও গৌণ কুণ্ডলীতে পাকসংখ্যা 66। মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা ও গৌণ কুণ্ডলীতে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করো।

5. (a) Draw the circuit diagram of a class B push-pull amplifier. Explain it's operation and find the efficiency of the amplifier.
একটি ক্লাস B পুশপুল বিবর্ধকের বর্তনী চিত্র আঁকো। এর কার্যকারিতা ব্যাখ্যা করো ও দক্ষতা নির্ণয় করো।

(b) What are advantages of using push-pull amplifier?
পুশপুল ব্যবহারের সুবিধা কী কী?

(c) A class B push-pull amplifier has load resistance 50Ω and peak voltage 25V of the input signal. If Vce = 40V, find the input power, output power efficiency. (2+3+2½)+2+3=12½
কোনো class B পুশপুল বিবর্ধকের রোধ 50Ω ও ইনপুট সংকেতের সর্বোচ্চ বিভব 25V। যদি Vce = 40V হয় তাহলে ইনপুট ক্ষমতা ও আউটপুট ক্ষমতার দক্ষতা নির্ণয় করো।

Group C

(বিভাগ - গ)

Answer *any four* questions. 6×4=24
(*যে কোনো চারটি* প্রশ্নের উত্তর দাও।)

6. Draw the neat schematic diagram of a Carbon microphone. Explain its working. 3+3=6
একটি কার্বন মাইক্রোফোনের সচিত্র গঠন আঁকো ও কার্যকারিতা ব্যাখ্যা করো।

7. What are the various systems in determining the importance? Explain the principle of working of radiation pyrometer. 2+4=6
তাপমাত্রা মাপার বিভিন্ন পদ্ধতি কী কী? একটি বিকিরণ-পাইরোমিটারের কার্যকারিতা আলোচনা করো।

8. What is telephoto lens? Discuss the working of a telephoto lens. 1+5=6
টেলিফোটো লেন্স কী? একটি টেলিফোটো লেন্সের কার্যকারিতা সংক্ষেপে আলোচনা করো।

9. What is nuclear reaction? What is nuclear fission and fusion? How do controlled fission reactions are done in a nuclear reactor. 2+2+2=6

নিউক্লিয় ক্রিয়া কাকে বলে? নিউক্লিয় ফিশন ও নিউক্লিয় ফিউশন কাকে বলে? নিয়ন্ত্রিত নিউক্লিয় ক্রিয়া কীভাবে নিউক্লিয় চুল্লিতে ঘটানো হয়?

10. What is frequency modulation? What are advantages of FM over AM? What is demodulation? Write down the steps of Pulse Code modulation. 1+2+1+2=6

কম্পাঙ্ক মডুলন কাকে বলে? AM-এর তুলনায় FM-এর সুবিধাগুলি কী কী? ডিমডুলন কাকে বলে? স্পন্দন সংকেত লিপি মডুলনের পদ্ধতিগুলি লেখো।

11. Draw the circuit diagram of a non-inverting OP AMP. Find the voltage gain of input variable $R_1 = 1K\Omega$ and feedback variable $R_f = 10K\Omega$. Find output voltage when $V_i = 10mv$. 2+2+2=6

একটি নন-ইনভার্টিং OP AMP-এর বর্তনী চিত্র আঁকো। যদি ইনপুট রোধ $R_1 = 1K\Omega$ ও ফিডব্যাক রোধ $R_f = 10K\Omega$ হয়, তাহলে বিবর্ধনাঙ্ক নির্ণয় করো। যদি ইনপুট ভোল্টেজ $V_i = 10mv$ হয়, তাহলে আউটপুট ভোল্টেজ কত হবে?

12. Explain how ionosphere helps propagation of skywave. Find the expression for the critical frequency for skywave propagation. 2+4=6

আয়নমণ্ডল কীভাবে নভতরঙ্গ (skywave) সঞ্চরণে সাহায্য করে? নভতরঙ্গ সঞ্চরণে সন্ধি কম্পাঙ্কের রাশিমাত্রা নির্ণয় করো।

B.Sc. Part III (General) Examination, 2017

Subject : Physics

Paper : IV A

New Syllabus

Group – A

1. Answer any fifteen questions 1 x 15 = 15

(i) Important properties of Laser : (1) Monochromaticity (2) Directionlaity (3) Coherence – any two

(ii) This is due to scattering of sunlight by the atmospheric molecules. During day time the sun is above head and according to Rayleigh scattering formula the scattering cross section $\sigma \infty 1/\lambda^4$. Hence the blue light is scattered more than red that is why the sky is blue in day time.

(iii) Differences between FET and BJT : (1) FET is the voltage controlled device while BJT is the current controlled device. (2) The operation of FET depends upon the flow of one type of (majority) carrier. In BJT both majority and minority are responsible for the flow of charge. (3) In FET the carriers are transported by drift process and BJT the carriers are transported by the process of diffusion. (4) The input impedance is high in FET than BJT. (5) FET is less noisy than BJT. (5) FET has the ability to handle large current than BJT. – any one.

(iv) The forces between oppositely charged ions in an ionic crystal are electrostatic in nature. There are two kinds of forces act between ions – one is attractive, between ions of opposite sign and other is repulsive, between ions of same sign. When the ions are separated by a large distance the force is attractive but when the ions are very close, the electronic clouds tend to overlap and the repulsive force comes into play.

(v) When an electric field is established in a dielectric medium, the positively charged nucleus is pushed towards the field and electron cloud in the opposite direction. Due the charge separation a dipole moment is developed. We say the dielectric material become polarized. The dipole moment developed by unit volume is measure of the polarization.

(vi) In a generator (AC or DC) the mechanical energy is converted into electrical energy. In an AC generator the an armature is rotated so that the flux linked with the armature changes with time and according to Faraday's law an emf is induced in the armature that causes the ac current to flow in the coil.

(vii) The flip flop is a sequential logic circuit that can store one bit digital data. The output can be changed by the trigger from high to low value, that is why the name flip flop.

(viii) The reverberation time is defined as the time taken for the intensity level in the enclosure to decay by 60 dB. It depends on the volume of the room (V), surface are (A) and velocity of sound (c)in air. T = 55.2V/ cA.

(ix) The Barkhausen criterion is given by $A\beta = 1$. Where A is the voltage gain of an amplifier and β is feedback factor. This is the condition that an amplifier turns to be an oscillator.

(x) It is an external memory device. CD – ROM stands for compact disk Read only memory. As the name implies we can read out the data stored in external device memory location during normal operation.

(xi) C is an object oriented program. The C operators, data types and function library are unusually rich and C is very portable, making its applications potentially widespread.

(xii) Modem stands for Modulators/Demodulators. A device which converts the digital output (signals) of a computer into analog signal capable of being transmitted over a conventional telephone line. It can also receive the same and convert it back into a digital form.

(xiii) The OPAMP has following characteristics : 1. Open llop gain is infinite. 2. Input impedance is infinite 3. Output impedance is zero.4. Bandwidth is infinite. 5. Perfect balance. 6. Characteristics do not depend on temperature 7. Common mode rejection ratio is high. – any two

(xiv) Radio wave can propagate in four ways : 1. Surface wave 2. Space wave 3. Tropospheric wave 4. Sky wave or ionospheric wave. – any two

(xv) A motor converts electrical energy into mechanical energy. When a current carrying coil is placed in a magnetic field the coil experiences a force in the direction of force applied following Fleming's left hand rule. The torque acting in the coil rotates the coil and converts electrical energy into mechanical energy.

(xvi) The holography stands for the Greek word 'holo' means whole and graphy stands for recording. It is two stage process : recoding of hologram and reconstruction of the image without lens.

(xvii) According to Sabine formula the optimum time of reverberation is given by $T = 0.049\ V/A$ sec where V is the volume of the room expressed in ft^3 and A in sabin where one sabin corresponds to the absorption of a $1 ft^2$ area of a perfectly absorbing surface such as an open window.

(xviii) 1. Machine language depends on machine. 1. Machine independent.
2. Uses special codes and athe assignment of storage. 2. Uses instructions which seems English like.

(xix) AVC stands for automatic volume control used in super hetrodyne reciver.

(xx) When certain non-centro symmetric crystals such as quartz are subjected to mechanical stress in a specific direction an electric potential is developed in a direction perpendicular to it, This phenomena is called pizeo-electric effect. The peizo-electric crystal is used to generate the ultrasonic sound.

Group – B

Answer any five questions 10x5= 50

2. (a) Maxwell's equations inside matter are given

$\nabla . D = \rho_f$ (Gauss's law in electrostatics)

$\nabla . B = 0$ (No name, Absence of magnetic monopole)

$\nabla \times E = - \partial B/\partial t$ (Faraday's law of electromagnetic induction)

$\nabla \times H = \mu_0 (J + \partial D/\partial t)$ (Ampere's law in modified form)

(b) Maxwell's displacement can be physically understood on the basis of that when an electric field varies with time it can produce a current known as displacement current which is different from the concept of conventional current in the sense that it does not arise due to flow of charge and no medium is required for propagation of displacement current. It also ensures that a time varying electric field can produce a time varying magnetic field and time varying magnetic field by Faraday's law can produce a time varying magnetic field so that they can feed each other. Thus an electromagnetic wave is produced which propagates in space with speed of light.

(c) The displacement current is given by

$$J_d = \partial D/\partial t = \varepsilon \, \partial E/\partial t = K \, \varepsilon_0 \, \partial E/\partial t$$

Now the conduction current $J_c = \sigma E$

We assume that the electric field is an ac field $E = E_0 \sin\omega t$

Thus $J_d = K \, \varepsilon_0 \, \partial E/\partial t = K \, \varepsilon_0 E_0 \, \omega \cos\omega t$. The peak value of displacement current $J_d = K \, \varepsilon_0 E_0$.

The conduction current is $J_c = \sigma E_0 \sin\omega t$

Similarly the peak value of the conduction current is $J_c = \sigma E_0$.

Now by the problem $J_d = J_c$

Thus $K \, \varepsilon_0 E_0 \, \omega = \sigma E_0$

or $\sigma = K \, \varepsilon_0 \, \omega = 5 \times 8{,}85 \times 10^{-12} \times 2\pi \times 10^6 = 2.78 \times 10^{-4} \, (\Omega m)^{-1}$

3. (a) Reverberation time is defined as the time taken for the intensity level in the enclosure to decay by 60dB.

(b) Text book material : Assumption – 2 + derivation of Sabine law 4

(c) We have Sabine formula : $T = k \, V/A$

Here $k = 0.05$ $V = 100 \times 50 \times 50 = 25 \times 10^4$ cft.

Total area of the room $= 2 \times (100 \times 50 + 50 \times 50 + 100 \times 50) = 25 \times 10^3$ sqft.

Total absorption of walls, roof and floor $= 0{,}02 \times 25 \times 10^3 = 500$ Sabin (1)

Total absorption of chairs $= 500 \times 0.12 = 60$ Sabin

Total absorption = 560 Sabin (1)

Thus $T = 0.05 \times 25 \times 10^4 / 560 = 22.32$ sec (1)

4. (a) Circuit diagram (3) + Label (1)

(b) Test book material.

5. (a) Without modulation (i) size of antenna is enormously large (ii) Base band transmission is limited to a very short distance (iii) for ground wave propagation the attenuation is very high.

Text book material

(b) The power of amplitude modulated wave is $P_{av} = (V_c^2 / 2R)(1 + m_a^2/2)$ where the power asscociated with carrier is $P_c = (V_c^2 / 2R)$ and power associated with side bands is $P_{SB} = (V_c^2 / 2R) \, m_a^2/2$

For 100% modulation total power is $P_{av} = 3/2 \, (V_c^2 / 2R) = 3/2 \, P_c$.

Thus $P_c = 2/3 \, P_{av}$.

(c) Advantages of optical fiber communication (1) Bandwidth is extremely large. (2) loss is extremely low (3) cost effective (4) communication data is secured (5) other disturbances like magenetic and electrical are absent. (1) and any two give full marks.

6. (a) Ordinarily the population in the ground state is more than the population in the excited state. In Laser operation we require the population in the excited state more than that of the ground state. So the method we adopt for increase the population in the excited state is known as population inversion.

Methods of population inversion (i) Atom- Atom collision – example : He-Ne Laser.
(ii) Optical pumping – example : Ruby Laser
(iii) Chemical pumping- example CO_2 laser
(iv) Thermal pumping
(v) Molecular dissociation – any two ive full marks.

In He-Ne laser a long narrow discharge tube is taken with a mixture of He and Ne in the ratio 5: 1. The discharge is taken place by high voltage dc source. There is close coincidence in enrgy between two meta stable states of He and certain excited states of Ne. At first He in ground state are excited to the meta stable states by the collision of electron in gas discharge tube. When He atoms in the excited state collide with heavier Ne atom the Ne atoms quickly attains population inversion. The transition of Ne atom to the lower level (3S-> 3P) is the consequence of laser.

(b) Multiplexor : The multiplexor is a logic circuits which have many inputs but one output. Its function is to select and transmit one input signal to the output with the help of selectors. For n data we require m selectors such that $2^m = n$. Thus for 4: 1 multiplexor we require 2 selectors. See any reference book for schematic digram.

Truth table for multiplexor :

Selectors		output
S_0	S_1	Y
0	0	I_0
0	1	I_1
1	0	I_2
1	1	I_3

7. (a) The operational amplifier (OPAMP) is a direct coupled with very high voltage gain, very high input impedance and very low output impedance. It can perform mathematical operation like addition, subtraction, multiplication, differentiation and integration.

OPAMP as differentiator circuit diagram + explanation : 1 +1.5 = 2.5
OPAMP as integrator circuit diagram + explanation : 1 +1.5 = 2.5
(see any text book)
(b) Block diagram : 01 + explanation 03

8. An operating system is a set of programs that controls and supervises a computer system's hardware and provides services to computer users. It permits the computer to supervise its own operations by automatically calling to the applications programs and managing data needed to produce the output desired by users.

A programming language is a set of written instruction to the hardware to perform specified task whereas the operating system is a set of programs that controls and supervises a computer.

Block diagram :

Write a program in C language that reads an integer and prints it out backwards

```
# include <stdio.h>
main ()
{
int n;
printf("enter the number \n")
scanf("%d", &n)
int i;
printf (n);
for(i=n; i> = 1 ; i = --)
{
print f(i);
printf("\t")
}
}
```

9. In case of DC generator the armeture rotates while the magnet is fixed but in AC generator armature is fixed but magnet rotates. In DC generator the current flows in same direction but in AC generator current flows alternate direction.

The main part of DC generator are

(i) Yoke (ii) Field magnet (iii) Armeture (iv) Commutator (v) brush gear (vi) shaft

See document attached.

৬

জেনারেটর, মোটর ও ট্রান্সফর্মার
[Generator, Motor and Transformer]

6-1. *জেনারেটর (Generator)*

যে যন্ত্র বা মেশিন যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎশক্তিতে রূপান্তরিত করে, তাকে জেনারেটর বলা হয়। জেনারেটর দুই প্রকারের যথা— ডি.সি. (D.C.) জেনারেটর ও এ.সি. (A.C.) জেনারেটর। দু-ধরনের জেনারেটরই যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎশক্তিতে রূপান্তরিত করে। জেনারেটর যে মূল নীতিকে ভিত্তি করে কাজ করে তা হল তড়িচ্চুম্বকীয় আবেশ-সংক্রান্ত ফ্যারাডের সূত্র (Faraday's Law of Electromagnetic Induction)। ডি সি জেনারেটর থেকে ডি সি ক্ষমতা পাওয়া যায়, অর্থাৎ, এই জেনারেটর যান্ত্রিক শক্তিকে সমতড়িৎ ক্ষমতায় রূপান্তরিত করে। এ সি জেনারেটর বা অলটারনেটর (alternator) যান্ত্রিক শক্তিকে পরিবর্তী তড়িৎক্ষমতায় পরিণত করে।

6-2. *জেনারেটরের মূল নীতি (Basic Principles of Generator)*

ধরা যাক, $\vec{B}$ চৌম্বকক্ষেত্রে একটি তারের কুণ্ডলি $\vec{\omega}$ কৌণিক বেগে বামাবর্তীভাবে (anticlockwise) ঘুরছে। t সময়ে ধরা যাক, কুণ্ডলীর উপর অভিলম্ব ও $\vec{B}$ এর মধ্যে কোণ α। সুতরাং t সময়ে কুণ্ডলির মধ্য দিয়ে যে ফ্লাক্স যাবে, তা হল—

$$\varphi = \vec{B}.\vec{S} = \vec{B}.\hat{n}S,$$

এখানে $\hat{n} = \dfrac{\vec{S}}{|S|}$

$\therefore \quad \varphi = BS\cos\alpha$

কুণ্ডলিটিতে যদি তারের n সংখ্যা পাক থাকে, তাহলে $\varphi = nBS\cos\alpha$

বা, $\varphi = nBS\cos\omega t \quad \because \alpha = \omega t$

$\therefore$ আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল

$$E = -\frac{d\varphi}{dt} = n\,BS\,\omega\sin\omega t$$

বা, $E = E_0 \sin\omega t$ ... ... (6.1)

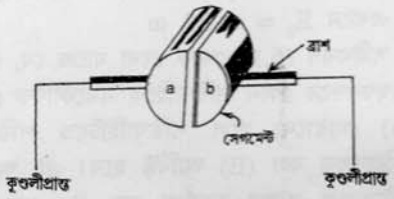
এখানে $E_0 = n\ BS\ \omega$

সমীকরণ (6.1) থেকে দেখা যাচ্ছে যে, কোন চৌম্বকক্ষেত্রে কোন পরিবাহিকে সমকৌণিক বেগে (ω) ঘোরানো হলে পরিবাহিটিতে পরিবর্তি তড়িচ্চালক বল (E) আবিষ্ট হবে। এই আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের সর্বোচ্চ মান E_0 এবং এই তড়িচ্চালক বল দ্বারা পরিবর্তি প্রবাহ সৃষ্টি করা সম্ভব। অপরপক্ষে কুণ্ডলিটিকে যদি ঘূর্ণায়মান চৌম্বকক্ষেত্রে রাখা যায়, তাহলেও তড়িচ্চালক বল সৃষ্টি হবে। ডিসি জেনারেটরে পরিবর্তি প্রবাহকে সমপ্রবাহে পরিণত করা হয়। কিন্তু এসি জেনারেটরে প্রবাহটি অপরিবর্তিত রাখা হয়। এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, গঠনগত দিক থেকে কিন্তু এসি ও ডিসি জেনারেটর ভিন্ন, যদিও মূল নীতি একই।

6-3. *ডি সি জেনারেটর (D.C. Generator)*

মূল নীতি *(Principle)* **:** কোন কুণ্ডলিকে চৌম্বকক্ষেত্রে ঘোরালে সবসময়ে পরিবর্তি তড়িচ্চালক বল সৃষ্টি হবে [সমীকরণ (6.1)] এবং এর দ্বারা পরিবর্তি প্রবাহ পাওয়া যাবে। এই পরিবর্তি প্রবাহকে সমপ্রবাহে পরিণত করার জন্য একটি বিশেষ ধরনের সংযুক্তি (device) ব্যবহার করা হয়, যার নাম কম্যুটেটর (commutator)। এই সংযুক্তি,

অর্থাৎ, কম্যুটেটরের কাজ হল, যখনই কুণ্ডলিতে তড়িচ্চালক বল বিপরীত হতে শুরু করবে, ঠিক সেই সময় এটি কুণ্ডলির সংযোগকে পরিবর্তিত করবে; এর ফলে, বহির্বর্তনীতে প্রবাহ সব সময়



চিত্র 6.1

একই দিকে যাবে। একটি কম্যুটেটর দুটি অর্ধবৃত্তাকার ধাতব অংশ (segment) দিয়ে তৈরি। এই দুটি অংশের মধ্যে কোন সংযোগ থাকে না। কুণ্ডলির প্রান্ত-দুটি এই দুটি অংশে ঝালাই করে আটকানো থাকে এবং দুটি প্রান্তে দুটি ব্রাশ চেপে বসে থাকে। আর্মেচার দণ্ডের সাথে, অর্থাৎ, কুণ্ডলির সাথে এই অংশ-দুটি ঘুরতে থাকে কিন্তু ব্রাশ-দুটি স্থির থাকে। পরিবর্তি তড়িচ্চালক বলের প্রথম অর্ধচক্রে (first half cycle), কম্যুটেটরের *a*, *b* অংশ দুটি চিত্রে (6.1) দেখানো হয়েছে। দ্বিতীয় অর্ধচক্রে *b*-এর জায়গায় *a* এবং *a*-এর জায়গায় *b* চলে যাবে, যার ফলে বহির্বর্তনীতে প্রবাহ সর্বদা একমুখি হবে।

গঠন ও কার্যকরিতা *(Construction and Working)* : ডিসি জেনারেটরের মূল অংশগুলি হল—

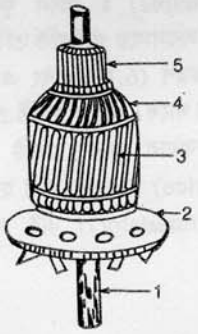
(i) জেনারেটরের মূল আর বা ইয়ক (yoke),

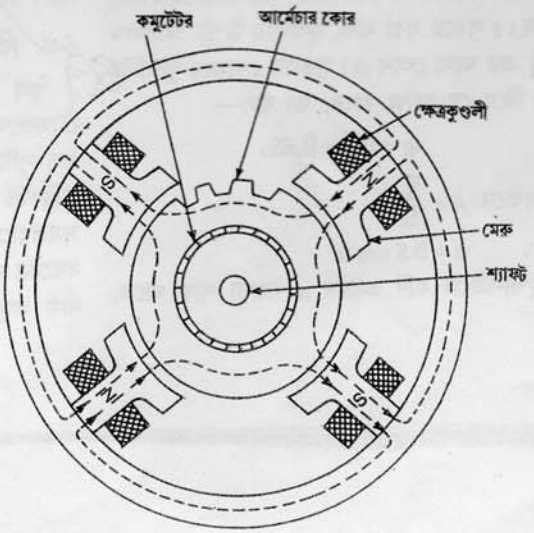
(ii) ক্ষেত্রচুম্বকের (field magnet) দুটি অংশ—মেরুসমূহ (poles) ও ক্ষেত্রকুণ্ডলি (field coils)

(iii) আর্মেচার (armeture)

(iv) কম্যুটেটর (commutator)

(v) ব্রাশ গিয়ার (brush gear)





চিত্র 6.2 : ডিসি জেনারেটরের বিভিন্ন অংশ

1—স্যাফট, 2—ফ্যান, 3—খাঁজ, 4—ওয়াইণ্ডিং, 5—কম্যুটেটর।

(vi) শ্যাফট (shaft), বিয়ারিং (bearing) ও পাখা (fan)।

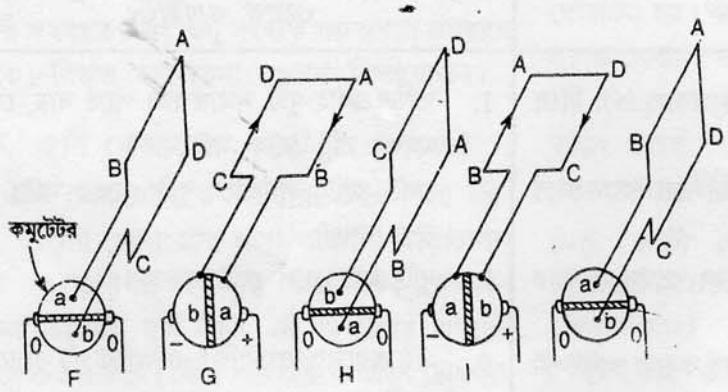
***(i)* ইয়ক** (*Yoke*) ঃ সাধারণভাবে এটি ঢালাই স্টীল বা ঢালাই লোহা দিয়ে তৈরি। খুব বড় জেনারেটরের ক্ষেত্রে বিশেষ ধরনের স্টীল (rolled steel) ব্যবহৃত হয়ে থাকে। এটি একটি বড় রিং, যা দুটি অর্ধবৃত্তাকার অংশে ভাগ করা থাকে, অংশ দুটি নাট-বল্টু দ্বারা যুক্ত করা থাকে। এটিকে ক্ষেত্র-চুম্বকের মেরু ও ক্ষেত্রকুণ্ডলিগুলি অবলম্বন করে থাকে।

***(ii)* ক্ষেত্রচুম্বক** *(Field Magnet)* ঃ চুম্বকের মেরুগুলি সাধারণভাবে ইয়কের সাথেই ঢালাই করে নেওয়া হয়। আবার অনেকক্ষেত্রে মেরুগুলি আলাদা করে ঢালাই করে নাট-বল্টু দিয়ে ইয়কের গায়ে আটকে দেওয়া হয়। মেরুগুলির উপরের দিক খানিকটা বক্রাকৃতি থাকে। এই মেরুগুলির পরিকল্পনা এমনভাবে করা হয়, যাতে ফ্লাক্স (flux) যথেষ্ট জায়গা জুড়ে তৈরি হয় এবং এরকম করলে চৌম্বক রোধ (magnetic reluctance) কম হয়। এছাড়া মেরুগুলিকে ক্ষেত্রকুণ্ডলি অবলম্বন করে থাকে।

***(iii)* আর্মেচার** *(Armeture)* ঃ মূলত এটি একটি চৌম্বক পদার্থের তৈরি স্তরিত কোর (laminated core)। এই আর্মেচার কোরের এক প্রান্তে কম্যুটেটরটি আটকানো থাকে। কোরের গায়ে খাঁজকাটা থাকে এবং এই খাঁজের মধ্যে পরিবাহি তার কুণ্ডলির আকারে বসানো থাকে। আর্মেচারটির কাজ হল পরিবাহিগুলিকে সমচৌম্বক ক্ষেত্রে ঘোরানো। আর্মেচারটির অপর প্রান্তে পাখা (fan) যুক্ত থাকে, পাখাটি আর্মেচারকে ঠাণ্ডা রাখে। সমগ্র ব্যবস্থাটি শ্যাফ্টের সাথে যুক্ত, যার ফলে শ্যাফট ঘুরলে আর্মেচার ও তার অন্যান্য অংশগুলি ঘুরতে থাকে।

***(iv)* কম্যুটেটর** *(commutator)* ঃ এটি তাম্রখণ্ড বা সেগমেন্ট (segment) দ্বারা তৈরি। এই অংশগুলি একে অপরের থেকে অন্তরিত (insulated) করা থাকে, এছাড়া শ্যাফট দণ্ড থেকেও এগুলি অন্তরিত থাকে। আর্মেচারে জড়ানো কুণ্ডলিগুলির প্রান্তগুলি সেগমেন্টের সাথে ঝালাই করা থাকে। কম্যুটেটরের কাজ হল আর্মেচার থেকে প্রবাহ সংগ্রহ করা ও বহির্বর্তনীতে সরবরাহ করা। কম্যুটেটরের ক্রিয়া প্রথমেই সহজভাবে বলা হয়েছে।

***(v)* ব্রাশ গিয়ার** *(Brush Gear)* ঃ এটি দুটি বা ততোধিক কার্বন দ্বারা তৈরি ব্রাশসমূহের সমষ্টি। এই ব্রাশগুলি ব্রাশ বাক্সে ব্রাশহোল্ডার দ্বারা আটকানো থাকে। ব্রাশগুলি কম্যুটেটর তলের সংস্পর্শে থাকে। এই সংস্পর্শ চাপের উপরে থাকে। এই চাপের মান প্রতি 2.5 বর্গসেমিতে প্রায় 1kg-এর মত। এর জন্য বিশেষ ধরনের স্প্রিং ব্যবহার করা হয়। কম্যুটেটর তলের সাথে ব্রাশের সংস্পর্শ যাতে ঠিকমত হয়, সেজন্য অনেক সময় রকার (rocker) ব্যবহার করা



F, H, ও J অবস্থানে আবেশিত ভোল্টেজ শূন্য।

G ও I অবস্থানে আবেশিত ভোল্টেজ সর্বোচ্চ।

চিত্রে লক্ষণীয় ডানদিকের ব্রাশ সর্বদা $+ve$ ও বাঁদিকের ব্রাশ সর্বদা $-ve$ থাকবে।

চিত্র 6.3

হয়। এই রকারটি নড়াচড়া করতে সক্ষম এবং ব্রাশ ও কম্যুটেটরের সংস্পর্শ ঠিকমত করে রাখে।

(vi) **শ্যাফট, বিয়ারিং ও পাখা** *(Shaft, Bearing and Fan)* : শ্যাফট দণ্ডটি বিশেষ ধরনের স্টীল দিয়ে তৈরি (forged mild steel) এবং এর দুই প্রান্ত দুটি বিয়ারিং-এর উপর থকে। বিয়ারিং-দুটি বল বিয়ারিং বা রোলার বিয়ারিং হয়ে থাকে।

● **জেনারেটরের ক্রিয়া** *(Working of D.C. Generator)* : চিত্রে (6.3) চৌম্বকক্ষেত্রে ঘূর্ণায়মান কুণ্ডলির পাঁচটি অবস্থান দেখানো হয়েছে। সহজবোধ্য করার জন্য ক্ষেত্রচুম্বকের দুটি মেরু ধরা হয়েছে। কম্যুটেটরের দুটি সেগ্‌মেন্ট 'a' ও 'b' যারা কুণ্ডলির সাথে ঘুরতে থাকে এবং ব্রাশ দুটি স্থির থাকে।

চিত্র (6.3) থেকে দেখা যাচ্ছে, F অবস্থানে আবিষ্ট বিভব শূন্য, G অবস্থানে সর্বোচ্চ, H অবস্থানে শূন্য, I অবস্থানে সর্বোচ্চ এবং J অবস্থানে আবার শূন্য। চিত্র থেকে আরও দেখা যাচ্ছে, একটি ব্রাশ সর্বদা পজিটিভ (*+ve*) এবং অন্যটি সর্বদা নেগেটিভ (*–ve*) থাকে (চিত্রে G ও I)। অর্থাৎ, ডানদিকের ব্রাশ *+ve* ও বাঁদিকের ব্রাশ *–ve* থাকবে। AB বাহু যখন *+ve* হবে, তখন AB বাহুর সাথে যুক্ত সেগ্‌মেন্ট 'a' *+ve* ব্রাশে থাকবে, আবার CD বাহু *+ve* হলে তার সাথে সেগ্‌মেন্ট 'b' *+ve* ব্রাশে থাকবে। অর্থাৎ, বহির্বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ সর্বদা একই দিকে হবে, যদিও এই প্রবাহের মান সময়ের সাথে পরিবর্তিত হতে থাকবে।

● **আর্মেচার কুণ্ডলি** : আর্মেচারের উপর পরিবাহী তার দু'রকমভবে জড়ানো হয়ে থাকে, যথাক্রমে ল্যাপওয়াইণ্ডিং (lap winding) ও ওভে ওয়াইণ্ডিং (wave winding)। এই দুই ধরনের জড়ানোর পদ্ধতির তুলনামূলক আলোচনা নিচে করা হয়েছে।

ল্যাপ ওয়াইণ্ডিং	*ওয়েভ ওয়াইণ্ডিং*
1. মেরুগুলির সমসংখ্যক সমান্তরাল পথ দিয়ে প্রবাহ যায়।	1. তড়িৎপ্রবাহ-দুটি সমান্তরাল পথে যায়, মেরুর সংখ্যা যাই হোক না কেন।
2. মোট প্রবাহ সমান্তরাল পথগুলিতে সমানভাবে ভাগ হয়ে যায়।	2. মোট প্রবাহ সমভাবে দুটি পথের মধ্যে ভাগ হয়ে যায়।
3. ব্রাশ সেটের সংখ্যা সমান্তরাল পথের সংখ্যার সমান হয়ে থাকে।	3. দুটি মাত্র ব্রাশ সেট দরকার।
4. এই ধরনের ওয়াইণ্ডিং ব্যবহার করলে আউটপুট ভোল্টেজ কম হয় ও প্রবাহমাত্রা অপেক্ষাকৃত বেশী হয়।	4. এই ধরনের ওয়াইণ্ডিং-এ আউটপুট ভোল্টেজ বেশী হয় ও প্রবাহমাত্রা কম হয়।

6-4. ডি সি জেনারেটরে উৎপন্ন তড়িচ্চালক বল (Produced e.m.f. on D.C. Generator)

ধরা যাক,

φ = প্রতি মেরুতে উৎপন্ন ফ্লাক্স ওয়েবার এককে,

Z = আর্মেচারে মোট পরিবাহির সংখ্যা,

P = মোট মেরুর সংখ্যা,

a = তড়িৎপ্রবাহের সমান্তরাল পথের সংখ্যা,

N = আর্মেচারের কৌণিক গতি r.p.m.-এ,

E = আবেশিত তড়িচ্চালক বল।

স্বাভাবিকভাবেই, একটি পরিবাহি একটি পূর্ণ আবর্তনে যে-পরিমাণ ফ্লাক্স ছেদ করবে, তা হল, φP। যেহেতু পরিবাহির কৌণিক বেগ N r.p.m, অতএব এক সেকেণ্ডে একটি পরিবাহি যে-পরিমাণ ফ্লাক্স ছেদ করবে, তা হবে $\varphi P.\frac{N}{60}$। আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের

সংজ্ঞা থেকে এটি হবে প্রতি পরিবাহিতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মান।

∴ Z সংখ্যক পরিবাহিতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল $= \frac{\varphi PNZ}{60}$ volts.

যেহেতু আর্মেচারে সমান্তরাল পথের সংখ্যা 'a'।

$$\therefore E = \frac{\varphi NZ}{60} \cdot \frac{P}{a} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (6.2)$$

যে-কোন জেনারেটরের জন্যই Z ও $\frac{P}{a}$ ধ্রুবক,

$\therefore E \propto N\varphi$

সুতরাং আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল আর্মেচারের গতি ও চৌম্বকক্ষেত্রের তীব্রতার উপর নির্ভর করবে।

ওয়েভ ওয়াইণ্ডিং-এর ক্ষেত্রে $a = 2$ ও ল্যাপ ওয়াইন্ডিংয়ের ক্ষেত্রে $a = p$। এখন লক্ষণীয় $1wb = 10^8$ lines।

ডিসি জেনারেটর সাধারণত শ্রেণী বা সমান্তরাল বা মিশ্র সমবায়ে ব্যবহার হয়ে থাকে। শ্রেণী সমবায়ের ক্ষেত্র কুণ্ডলিগুলিতে পাকের সংখ্যা কম থাকে এবং এই কুণ্ডলি মোটা তার দিয়ে তৈরি। ক্ষেত্র-কুণ্ডলিগুলি আর্মেচারের কুণ্ডলির সাথে শ্রেণী সমবায়ে থাকে। সমান্তরাল সমবায়ে ক্ষেত্রকুণ্ডলিতে পাকের সংখ্যা অনেক বেশী হয় এবং এগুলি সরু তার দিয়ে করা হয়। ক্ষেত্রকুণ্ডলি ও আর্মেচার কুণ্ডলি সমান্তরাল সমবায়ে থাকে। মিশ্র সমবায়ের ক্ষেত্রে কিছু সংখ্যক ক্ষেত্রকুণ্ডলি ও আর্মেচার কুণ্ডলি শ্রেণী সমবায়ে এবং কিছু সংখ্যক সমান্তরাল সমবায়ে থাকে। বিস্তৃত আলোচনা এখানে নিষ্প্রয়োজন।

6-5. এ সি জেনারেটর (AC Generator)

এসি জেনারেটরকে অলটারনেটরও বলা হয়। এই ধরনের জেনারেটর দ্বারা পরিবর্তি তড়িচ্চালক বল বা তড়িৎপ্রবাহ সৃষ্টি করা হয়। যে-কোন জেনারেটরেরই মূল নীতি, এই অধ্যায়ের প্রথমেই আলোচিত হয়েছে। কোন পরিবাহিকে তড়িৎ চৌম্বকীয় ক্ষেত্রে ঘোরালে পরিবাহিতে পরিবর্তি তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয় এবং একে ব্যবহার করে পরিবর্তি তড়িৎপ্রবাহ সৃষ্টি করা হয়। আবার পরিবাহিটিকে স্থির রেখে চৌম্বকক্ষেত্রটিকে ঘোরানো হলেও পরিবর্তি তড়িচ্চালক বল ও তড়িৎপ্রবাহ সৃষ্টি করা যায়। দ্বিতীয় ক্ষেত্রে ব্যবহৃত চৌম্বকক্ষেত্রটিকে ঘূর্ণায়মান চৌম্বকক্ষেত্র (rotating magnetic field) বলা হয়। আর্মেচারকে না ঘুরিয়ে ঘূর্ণায়মান চৌম্বকক্ষেত্র ব্যবহার করা অনেক দিক থেকেই লাভজনক, যেমন—

(i) ঘূর্ণায়মান চৌম্বকক্ষেত্রে ব্যবহৃত চুম্বক অপেক্ষাকৃত হালকা করা সম্ভব এবং ফলে চুম্বকটি অতি দ্রুতগতিতে ঘোরানো যায়। কিন্তু আর্মেচার ও তার বিভিন্ন অংশ অপেক্ষাকৃত ভারী হওয়ার জন্য একে অতি দ্রুতগতিতে ঘোরানো অসুবিধাজনক।

(ii) ঘূর্ণনবেগ খুব বাড়িয়ে উৎপন্ন ভোল্টেজ অতি উচ্চমাত্রার করা সম্ভব (3300 volts)

(iii) যেহেতু মূল অন্তরণ (insulation)গুলি আর্মেচারে [এক্ষেত্রে স্ট্যাটর (stator)] থাকে এবং আর্মেচার স্থির থাকে, তাই অন্তরিত করা সহজ।

(iv) ঘূর্ণায়মান চুম্বকে প্রয়োজনীয় ডিসি প্রবাহ একটি ডিসি জেনারেটর ব্যবহার করে সহজেই পাওয়া সম্ভব। প্রকৃতপক্ষে, ক্ষেত্রচুম্বকে প্রয়োজনীয় প্রবাহ খুব কম হয়, তাই ডিসি জেনারেটরে ওয়েভ ওয়াইণ্ডিং ব্যবহার করে প্রয়োজনীয় প্রবাহ পাওয়া যায়।

মূলত এসি ও ডিসি জেনারেটরের তফাৎ হল যে, এক্ষেত্রে আর্মেচার স্থির থাকে ও ক্ষেত্রচুম্বককে ঘোরানো হয়। আর্মেচারটিকে স্ট্যাটর (stator) বলা হয় ও ক্ষেত্রচুম্বককে রোটর (rotor) বলা হয়। স্লিপ রিং (slip ring) ব্যবহার করে আর্মেচার থেকে তড়িৎ প্রবাহ সংগ্রহ করা হয়। চিত্র (6.4)-এ এসি জেনারেটরের ক্রিয়াটি দেখানো হয়েছে।

6-6. এ সি জেনারেটরের গঠন ও ক্রিয়া (Construction and Working of A.C Generator)

যে-কোন এসি জেনারেটরের মূল অংশগুলি হল— *(a)* রোটর *(b)* স্ট্যাটর ও *(c)* উদ্দীপক (exciter)।

(iii) **স্থায়ী ধারক মোটর** *(Permanent Capacitor Motor)* : এই মোটর ধারক মোটরের মতই; তফাৎ হল, এখানে কোন অপকেন্দ্রিক সুইচ থাকে না এবং স্বাভাবিকভাবেই, ধারকটি সর্বদা বর্তনীতে থাকবে। ধারকটি স্থায়ীভাবে বর্তনীতে থাকার ফলে সাহায্যকারী কুণ্ডলির তড়িৎপ্রবাহ ও মুখ্য কুণ্ডলির তড়িৎপ্রবাহের মধ্যে দশাপার্থক্য সব সময়েই থাকে। এর ফলে প্রযুক্ত তড়িচ্চালক বল ও তড়িৎপ্রবাহের মধ্যে যথেষ্ট দশাপার্থক্য থেকে যায়; তাই, মোটর চলাকালীন অবস্থায় টর্ক খুব উচ্চ মানের হয় না। চিত্র (6.12)-এ স্থায়ী ধারক মোটরের বর্তনী দেখানো হয়েছে।

● **মোটরের ব্যবহার** *(Uses of Motor)* :

দৈনন্দিন জীবনে ও শিল্পক্ষেত্রে মোটরের বিভিন্ন ধরনের ব্যবহার বলার অপেক্ষা রাখে না। এক-দশীয় মোটর অপেক্ষাকৃত সস্তা ও সহজেই বানানো যায়। স্থায়ী ধারক মোটর বা ধারক মোটরের বহুল ব্যবহারের মধ্যে কতগুলি হল — সিলিং ফ্যান, টেবিল ফ্যান, ড্রিলিং মেশিন, লেদ্ মেশিন, পাম্প, রেফ্রিজারেটর ইত্যাদি। যেখানে কোন উচ্চক্ষমতা সম্পন্ন মেশিন চালানোর প্রয়োজন, সেখানে ত্রি-দশীয় মোটরের ব্যবহার হয়ে থাকে। এক-দশীয় মোটরগুলির H.P সাধারণত ভগ্নাংশ, যেখানে ত্রি-দশীয় মোটরের H.P যথেষ্ট বেশী করা সম্ভব।

● **ইনডাক্সন মোটরের স্লিপ** :

প্রযুক্ত পরিবর্তি প্রবাহের কম্পাংক f হলে, আমরা জানি, মোটরটির $N_s = \frac{120f}{P}$, P = মেরুর সংখ্যা। এই স্পিডটিকে সিংক্রোনাস (synchronous) স্পিড বলা হয়। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে মোটরটি যে স্পিড প্রাপ্ত হয়, তা সিংক্রোনাস স্পিড থেকে কিছুটা কম। প্রাপ্ত স্পিড যদি N হয়, তাহলে স্লিপ বলতে বোঝায়

$$\text{স্লিপ } S = \frac{N_s - N}{N_s}$$

অথবা, শতকরা স্লিপ $= \frac{N_s - N}{N_s} \times 100$

স্লিপের মান 2 – 4% এর মধ্যে হয়।

6-17. ট্রান্সফর্মার (Transformer)

সূচনা *(Introduction)* : ট্রান্সফর্মার একটি স্থির বৈদ্যুতিক যন্ত্র, যার দ্বারা উচ্চ ভোল্টেজের বৈদ্যুতিক শক্তিকে নিম্ন ভোল্টেজের বৈদ্যুতিক শক্তিতে বা নিম্ন ভোল্টেজের বৈদ্যুতিক শক্তিকে উচ্চ ভোল্টেজের বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিবর্তন করা যায়। এই পরিবর্তন প্রক্রিয়ায়, যেহেতু ক্ষমতা অপরিবর্তিত থাকে, তাই উচ্চ ভেল্টেজকে নিম্ন ভোল্টেজে পরিণত করলে প্রবাহের মাত্রা বেড়ে যাবে বা এর উল্টোটি হবে। পাওয়ার স্টেশন (power station) থেকে বিভিন্ন জায়গায় বিদ্যুৎ পাঠাবার সময় নিম্ন ভোল্টেজকে উচ্চ ভোল্টেজে পরিবর্তন করে পাঠানো হয় এবং ব্যবহারের সময় এই উচ্চ ভোল্টেজকে ট্রান্সফর্মার দ্বারা কমিয়ে প্রয়োজনমত ভোল্টেজ ও প্রবাহে পরিণত করা হয়। বিদ্যুৎ সরবরাহ ও বন্টনের ক্ষেত্রে ট্রান্সফর্মার একান্ত অপরিহার্য। এছাড়া বিভিন্ন ধরনের যন্ত্র, রেডিও, টিভি, পাওয়ার সাপ্লাই ইত্যাদিতে বিভিন্ন ধরনের ট্রান্সফর্মার ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

6-18. ট্রান্সফর্মারের সাধারণ নীতি (General Principle of Transformer)

ট্রান্সফর্মার একটি চুম্বকীয় বর্তনী (magnetic circuit), যার আন্তঃসংযোগ (interlinked) দুটি তড়িবর্তনী দ্বারা থাকে। একটি তড়িৎবর্তনীকে মুখ্য (primary) বর্তনী ও অন্যটিকে গৌণ (secondary) বর্তনী বলা হয়। যে ট্রান্সফর্মার উচ্চ ভোল্টেজকে নিম্ন ভোল্টেজে রূপান্তরিত করে, তাকে অবরোহী (step down) ও যে ট্রান্সফর্মার নিম্ন ভোল্টেজকে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তরিত করে, তাকে আরোহী (step up) ট্রান্সফর্মার বলা হয়।

ট্রান্সফর্মারের কার্যকরিতা পারস্পরিক (mutual) তড়িৎচুম্বকীয় আবেশের উপর নির্ভর করে হয়। মুখ্য কুণ্ডলিতে পরিবর্তি বিদ্যুৎপ্রবাহ পাঠানো হলে এর চারধারে একটি পরিবর্তি চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি হয় এবং এর ফলে গৌণ কুণ্ডলির মধ্য দিয়ে ফ্লাক্সের পরিবর্তন ঘটে ও গৌণ কুণ্ডলিতে একটি তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয়। গৌণ কুণ্ডলিটি বদ্ধ থাকলে এতে

f_t, তাকেই মাত্র বিবর্ধিত করা যায়, অর্থাৎ, এই পটিটির পটিবেধ (band width) খুব কম। তাছাড়া, এতে ব্যবহৃত ট্রান্সফরমার, ধারক ইত্যাদি বিশেষভাবে তৈরি করা হয়; এগুলির কোন পরিবর্তন প্রয়োজন না হওয়ার কারণ হল, এই বিবর্ধকটি সবসময় IF-কে বিবর্ধিত করে। IF-এর আউটপুট একটি সন্ধানিতে (detector) পাঠানো হয়। এই সন্ধানিটি বিস্তার মডুলিত বাহক থেকে মডুলক, অর্থাৎ, শ্রাব্য ভোল্টেজটিকে আলাদা করে নেয়। এই শ্রাব্য ভোল্টেজে তথ্যসংকেতগুলি থাকে। এরপর শ্রাব্য কম্পাংক ভোল্টেজ শ্রাব্য বিবর্ধক দ্বারা বিবর্ধিত করে লাউডস্পীকারে পাঠানো হয়। শ্রাব্য ভোল্টেজটিকে যথেষ্ট ক্ষমতাসম্পন্ন করার জন্য ক্ষমতা বিবর্ধক (চিত্রে দেখানো হয়নি) ব্যবহার করা হয়।

সুপারহেট গ্রাহকে আওয়াজের তীব্রতা (volume) নিয়ন্ত্রণ করার জন্য স্বয়ংক্রিয় ব্যবস্থা থাকে, এটিকে AVC (Automatic Volume Control) বলা হয়। বিস্তার-মডুলিত বাহকের বিস্তার, আয়নোস্ফেয়ারে প্রতিফলিত হয়ে আসার প্রক্রিয়ায় হ্রাসবৃদ্ধি পায়; ফলে, লাউডস্পীকার নির্গত তথ্য বা গানের তীব্রতা ওঠানামা করে। এই তীব্রতা একটি নির্দিষ্ট স্তরে, অর্থাৎ, শ্রুতিমধুর স্তরে ধরে রাখার জন্য স্বয়ংক্রিয় ব্যবস্থাটি সেই স্তরটিকে ধরে রাখতে সক্ষম হয়। এর জন্য সন্ধানি দ্বারা পরিশ্রুত (rectified) ভোল্টেজের একটি অংশ শ্রাব্য বিবর্ধকের নিঃসারক-ভূমি বায়াস, বিপরীত বায়াস বর্তনিতে প্রয়োগ করা হয়; ফলে, আওয়াজের তীব্রতা বাড়লে সম্মুখ বায়াস কমে যায় ও তীব্রতা কমলে সম্মুখ বায়াস বেড়ে যায়। যার ফলে তীব্রতা বাড়লে বিবর্ধকের বিবর্ধন (gain) কমে যায় ও তীব্রতা কমলে বিবর্ধন বেড়ে যায়। এটা বুঝতে অসুবিধা হয় না যে, সন্ধানি দ্বারা পরিশ্রুত ভোল্টেজটি ডিসি এবং যার মান সংকেতের তীব্রতা বাড়া-কমার উপরে নির্ভর করে।

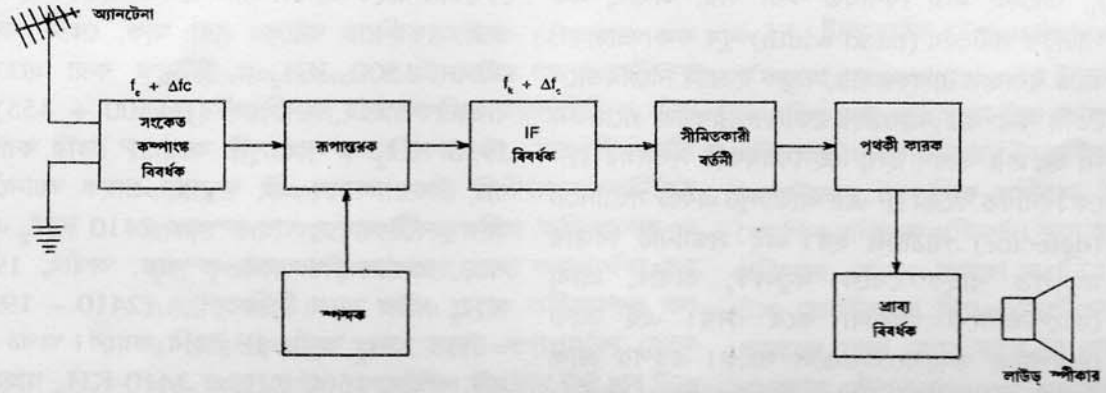
অনেক সময় গ্রাহকে এমন দুটি বাহক এসে যেতে পারে, যাদের মোড়ক ভোল্টেজটি আলাদা; কারণ, যে-কোন বাহক আমরা জানি IF-এ পরিণত হওয়ার পরে সন্ধানিতে আসে। ধরা যাক, কোন একটি স্টেশন 1500 KH_z-এ টিউনড করা হয়েছে। স্বাভাবিকভাবেই অস্সিলেটর (1500 + 455) = 1955 KH_z কম্পাঙ্ক সৃষ্টি করে IF তৈরি করবে। যদি কোন কারণে এই অবস্থায় গ্রাহক অ্যানটেনা আর একটি বাহক, যার কম্পাঙ্ক 2410 KH_z এসে পড়ে, তাহলে স্পন্দকের কম্পাঙ্ক, অর্থাৎ, 1955 KH_z এটির সাথে মিশ্রিত হয়ে (2410 – 1955) = 455 KH_z অর্থাৎ IF তৈরি করবে। অথচ এই দুটি, অর্থাৎ, 1500 KH_z ও 2410 KH_z বাহকের মোড়ক আলাদা। সন্ধানিতে এর ফরে দুটি আলাদা আলাদা তথ্য বা গান ও তথ্য মিশে যাবে এবং কোনটি শোনা যাবে না। দ্বিতীয় বাহকের কম্পাংক, এক্ষেত্রে 2410 KH_z-কে প্রতিবিম্ব কম্পাংক (image frequency) বলা হয়। সাধারণভাবে গ্রাহকের প্রথম স্তরে যে সমালয়িত বর্তনি ব্যবহৃত হয়, তার উচ্চ কোয়ালিটি ফ্যাক্টর থাকার জন্য প্রতিবিম্ব কম্পাংক প্রথমেই বাদ পড়ে যায়।

9.12. কম্পাংক মডলিত বেতার গ্রাহক (Frequency Modulated Radio Receiver)

সুপারহেট F-M গ্রাহকের কার্যপ্রণালী সীমিতকারি বর্তনীর পূর্বে পর্যন্ত বিস্তার-মডুলিত সুপারহেট গ্রাহকের মতই। এক্ষেত্রে মধ্যবর্তী কম্পাংক (IF) সাধারণভাবে 10.7 MH_z নেওয়া হয়ে থাকে। বেশীরভাগ ক্ষেত্রে কম্পাংক মডুলকগুলি 80 MH_z অপেক্ষা বেশি ও 10.8 MH_z অপেক্ষা কম কেন্দ্রীয় কম্পাংক ব্যবহার করে থাকে। এই কারণে মধ্যবর্তী কম্পাংক যথেষ্ট বড় হতে হয় এবং তাই এটা সাধারণভাবে 10.7 MH_z নেওয়া হয়ে থাকে, যার ফলে পটিবেধ যথেষ্ট বেশী হয় এবং তথ্যে ব্যবহৃত সবকটি কম্পাংক সহজে অতিবাহিত হতে পারে (pass band)।

IF বিবর্ধক থেকে সংকেতটি সীমিতকারি বর্তনিতে (limiter) পাঠানো হয়। আমরা জানি, কম্পাংক মডুলিত বাহকের বিস্তার সর্বত্র সমান থাকে। কিন্তু

(band) ধরতে হবে, সমালয়িত বর্তনির অনুনাদী কম্পাংক সেই পটির কম্পাংকের সমান করে নেওয়া হয়। এর ফলে শুধুমাত্র পটির কম্পাংকের ভোল্টেজটি পাওয়া যায়। এটি প্রকৃতপক্ষে সেই পটিতে প্রেরিত বিস্তার-মডুলিত বাহক ভোল্টেজ। যেহেতু এই ভোল্টেজ ক্ষীণ হয়, তাই বেতার কম্পাংক বিবর্ধক দ্বারা এটিকে ভালোরকম বিবর্ধিত করে নেওয়া হয়। ভোল্টেজ বেছে নিয়ে, এই ভোল্টেজটিকে f_c কম্পাংকের ভোল্টেজের সাথে মেশানো হয়। এই কাজটি রূপান্তরক করে থাকে। f_c-এর মানের উপর নির্ভর করে স্পন্দকটি এমন একটি কম্পাংকের ভোল্টেজ সৃষ্টি করে, যাতে এই কম্পাংকের মান f_C থেকে f_k পরিমাণ বেশী হয়। ধরা যাক, এই



চিত্র 9.13

বিভিন্ন পটিতে ব্যবহৃত বাহকের কম্পাংক আলাদা, যা আগেই বলা হয়েছে। সুপারহেট নীতি অনুযায়ী বেতার কম্পাংক বিবর্ধকের আউটপুটের কম্পাংক (স্বাভাবিকভাবেই, বাহকের কম্পাংক) সবসময় একটি নির্দিষ্ট নিম্ন কম্পাংক পরিবর্তন করে নেওয়া হয়। এই নিম্ন কম্পাংকটিকে মধ্যবর্তী কম্পাংক (intermediate frequency) বা I.F. বলা হয়। এই প্রক্রিয়ায় কিন্তু বাহকের মোড়কের কোন পরিবর্তন হয় না, শুধুমাত্র বাহকের কম্পাংক নামিয়ে আনা হয়। সাধারণ সুপারহেট গ্রাহকে এর মান 455 KH_z। চিত্রে (9.13) এই কম্পাংকটিকে f_k ধরা হয়েছে। ধরা যাক, বেতার তরঙ্গ বিবর্ধকের আউটপুটের কম্পাংক f_c। এই f_c কম্পাংকটিকে সবসময় IF-এ পরিণত করে নেওয়া হয়। এই প্রক্রিয়ার জন্য একটি স্পন্দক ও একটি রূপান্তরক ব্যবহার করা হয়। স্পন্দক থেকে উপযুক্ত কম্পাংকের কম্পাংকটি f_x, তাহলে $(f_x - f_c)$ সমসময়ে f_k-এর সমান হবে। অর্থাৎ, যে-কোন পটির বাহক কম্পাংককে IF-এ পরিণত করে নেওয়া হয়। এর কারণ পরিশেষে আলোচনা করা হয়েছে। প্রকৃতপক্ষে, এই প্রক্রিয়ার ফলে রূপান্তরকের আউটপুটে f_K, $f_k + f_m$ এবং $f_k - f_m$, এই তিনটি কম্পাংকের ভোল্টেজ পাওয়া যাবে। এখানে f_m তথ্যসংকেত, অর্থাৎ, মডুলক কম্পাংক। $(f_k + f_m)$ ও $(f_K + f_m)$ —এই দুটি বিস্তার মডুলিত বাহক তরঙ্গের পার্শ্বপটি (side band) এবং এদের মধ্যে প্রয়োজনীয় তথ্যটি থাকে। রূপান্তরকের আউটপুট একটি টিউনড বেতার কম্পাংক বিবর্ধকের মধ্যে পাঠানো হয়। এটিকে মধ্যবর্তী কম্পাংক বিবর্ধক (IF amplifier) বলা হয়। এই বিবর্ধকটি বিশেষভাবে তৈরি। এটি এমনভাবে তৈরি করা হয়, যাতে এর দ্বারা শুধুমাত্র সরু পটি (narrow band), যার কেন্দ্রীয় কম্পাংক

B.Sc. Part III (General) Examination, 2017

Subject : Physics

Paper : IV A

Old Syllabus

Group – A

1. Answer any eight questions $2 \times 8 = 16$

(i) A carbon microphone is an example of pressure microphone. The electrical resistance of the packed carbon granules varies under the action of variation of acoustic pressure of the incident sound wave. The sensitivity of carbon microphone is defined as open circuit voltage developed at output for unit acoustic pressure at a given frequency.

(ii) Advantages of Platinum thermometer over ordinary thermometer are

a) The range of thermometer is wide -200^0C to 1200^0C.

b) The platinum is found as pure metal so that the temperature can be measured accurately.

(iii) An ideal blackbody is one that can absorb all sort wavelengths of radiation and can also reemit all radiation when heated at that particular temperature. Ferry's blackbody can be treated as an ideal blackbody.

(iv) The amount heat required to extract from 1kg of water to 1kg of ice = $80x1000x4,2 = 33.6 \times 10^4$ J

We know that $W / Q = (T_1 = T_2)/ T_1$

Thus the work required to run the refrigerator is

$W = Q (T_1 = T_2)/ T_1 = 33.6 \times 10^4 \times 27/ 273 = 3.32 X10^4$ J

(v) (a) Monochromaticity , (b) Directionlity , (c) Coherence

(vi) Transformers has two kind of losses (i) core losses (ii) copper losses. The core losses are due to hysteresis and eddy current losses in the core material. The copper losses are Joule's heating due to the resistances of the primary and the secondary windings.

(vii) The diffusion pump works on the principle of inter diffusion. The inter diffusion occurs the principle that the flow of fluid from higher concentration to lower concentration.

(viii) To operate the transistor for particular purpose we have to fix up the operating the point. The fixing of the operating point on the load line curve is known as the biasing of the transistor. When we apply and ac signal to transistor the operating shifts according to the signal voltage. We must therefore fix up the operating point at a particular point.

(ix) A number (70- 80) of solar cells constitute the solar module. If a number of solar module are connected in circuit accordingly it constitute array.

(x) In amplitude modulation the amplitude of the carrier is changed according the modulating signal.

In frequency modulation the frequency of the carrier is changed according to the amplitude of the modulating signal.

The amplitude modulated wave contains two side bands corresponding to each carrier frequency.

The frequency modulated wave contains in principle large number of side bands.

The $2/3^{rd}$ energy is carried by the carrier in AM wave.

The energy of the carrier is distributed among the side bands in FM.

(xi) The satellite that revolves around the earth with the same period as that earth spins around its own axis is called geostationary satellite.

For geostationary satelleite

$Mg \{ R/ (R + H)\}^2 = M v^2 / (R + H)$

Solving for $v = R \{ g/ (R+ H) \}^{1/2}$

$T = 2\pi (R + H) / v = 2\pi (R + H)^{3/2} R/ \sqrt{g}$

Putting the value T = 24 hours R = 6400 km $g = 9{,}8 m/s^2$. H = 35,855 Km.

(xii) The full form of RADAR is Radio detection and ranging. It is found that if the frequency is high then the information received from the reflector is more accurate. That is why the UHF is used in RADAR.

(xiii) In sky wave communication it is not possible communicate between two points on earth surface by using high frequency. This distance between two points where the communication is not possible by using high frequency is called skip zone. The skip zone distance varies during day and night time. As the electron density on the ionsphere varies during the day and night time and the critical changes with the electron's concentration, the skip zone changes during day and night time.

(xiv) The output of a non-inverting OPAMP is $v_0 = (1 + R_f / R_1)v_i$ where R_f is the feedback resistance, R_1 is the input resistance and v_i is the input voltage. If $R_f = 0$ then $v_0 = v_i$. So the voltage gain of OPAMP $A_v = v_0/ v_i = 1$. Thus OPAMP can act as unity gain amplifier.

For figure see any text book.

GROUP – B

Answer any two questions 12.5 x 2 = 25

2. (a) See any standard text book

(b) In Otto cycle the compression ratio can not be changed as desire because the combustion occurs before the spark plug becomes active.
In Diesel cycle there is spark plug and therefore the compression ratio can be changed accordingly as air is the working substance in diesel engine. The efficiency of diesel engine more than Otto cycle.

(c) The efficiency of Otto engine is $\eta = 1 - (1/\rho)^{\gamma - 1}$
$\rho = 5$, $\gamma = 1.4$ Thus $\eta = 1 - (1/5)^4$.

3. (a) In a large auditorium it is found that when the source of sound is cut off, the sound does not disappear instantly but continues for some time due to repeated reflections from the walls. Such phenomena is known as reverberation.
The time taken to decay the sound intensity from its initial value to $1/10^6$ is after the source of sound is cut off is called reverberation time.
See any text book for other part
(b) We have Sabine formula : $T = k\ V/A$
Here $k = 0.05$ $V = 100 \times 50 \times 50 = 25 \times 10^4$ cft.
Total area of the room $= 2 \times (100 \times 50 + 50 \times 50 + 100 \times 50) = 25 \times 10^3$ sqft.
Total absorption of walls, roof and floor $= 0{,}02 \times 25 \times 10^3 = 500$ Sabin (2)
Total absorption of chairs $= 500 \times 0.12 = 60$ Sabin
Total absorption = 560 Sabin (1)
Thus $T = 0.05 \times 25 \times 10^4 / 560 = 22.32$ sec (1)
(c) If the absorption coefficient is high (average absorption cofficeint > 0.4) we can not apply Sabine formula to find the reverberation time. Such a room is called acoustically dead. The eyring formula for dead room is $T = 0.161\ V / - S \ln(1 - \alpha)$ where V is volume of the room and S is the total area of the walls, α is the absorption of the wall.

4. (a) A transformer is an electrical device by which we can convert an ac of low voltage to an ac of high voltage or vice versa. It is an essential part for transmission of electrical energy from power station to different locations in remote area. It also provides dc isolation and integral part of many appliances like TV, Fridge, Radio etc.
See any text book.
(b) Depending upon the construction of core transformer are of three types:
(i) Core Type
(ii) Shell Type
(iii) Distributed core type
(c) For an ideal transformer $E_2 / E_1 = N_2 / N_1$
$200/2000 = 66/N_1$
Thus $N_1 = 660$
Output power $E_2 I_2 = 20X10^3$
$E_2 = 200$ Thus $I_2 = 100A$

5. (a) See any text book

(b) (i) The push pull arrangement eliminates even harmonic distortion.

(ii) The efficiency of push pull arrangement is maximum 78.5%, whereas that of class A amplifier is only 50%.

(iii) Since each transistor is biased at cut off there is no collector current drain when there is no signal.

(iv) It avoids the tendency of magnetic saturation of the core of the transformer because the output current flows in opposite directions and cancel out the d.c. component.

(Give 2 marks for any two points)

(c) We have the maximum power output $P_{ac} = V_{cc}^2 / 2 R_L = 40^2 / 2 \times 50 = 16W$

The maximum d.c power $P_{dc} = 2V_{cc}^2 / \pi R_L = 2 \times 40^2 / \pi 50 = 20.37$ W

The efficiency $\eta = P_{ac} / P_{dc} = 16/20,37 = 0.785 = 78.5\%$.

GROUP C

Answer any four questions $6 \times 4 = 24$

6. See any text book (Diagram 3 + working explanation 3)

7. The method by which we can measure the temperature are

(a) By using the thermal expansion property of the materials like

(i) Mercury thermometer

(ii) Gas Thermometer

(b) The variation of the resistance of the material with temperature like

(i)) Platinum resistance thermometer

(c) When two dissimilar metals are joined together and temperature difference are maintained at two junctions a current flows. Thermometer based on this principle

(i) Thermocouple

(ii) Pyrometer

(iii) Radiation pyrometer

Working principle of radiation pyrometer : Principle : Stefan's law (1 mark) and working (3) see any text.

8. If we one to photograph a distance object we use telephoto lens. We know that the magnification $m = f/ (u + f)$, where u is the object distance and f is the focal length of the lens. If f increases the magnification increases. However practically it is not possible because the size of the camera is too large. A combination of convex and concave lens makes it possible increase the field of view.

see reference text.

9. In a reaction in which a heavy nucleus splits into two or more fragments or two light nuclei fuses together to form a comparative heavy nucleus is called nuclear reaction. According to Einstein mass energy relation in nuclear reaction some amount mass

disappears in form of energy by the relation $\Delta E = \Delta mc^2$. The nuclear reaction can be the source of renewable energy.

Nuclear fission : When a heavy nucleus like $_{92}U^{235}$ is bombarded with thermal neutron it splits into two fragments and produce three fast neutrons and a large amount of energy. The phenomena is called nuclear fission.

Example of fission reaction :

$$_{92}U^{235} + _0n^1 \rightarrow _{92}U^{236} \rightarrow _{56}Ba^{141} + _{36}Kr^{92} + 3\ _0n^1 + Q\ (200\ MeV)$$

Nuclear fusion : When two light nuclei are fused together a portion of mass disappears in form of energy and the process is called nuclear fusion.

Example of fusion reaction :

$_1H^1 + _1H^1 = _1H^2 + e^+ + \nu$

$_1H^2 + _1H^2 = _2He^2 + \gamma$

$_2He^3 + _2He^3 = _2He^4 + _1H^1 + _1H^1$

In a thermonuclear reaction three fast neutrons are produced which causes to initiate the three further nuclear fission reactions. This is known as chain reaction. In nuclear reactor the controlled fission reaction occurs by moderator. The cadmium and boron are good absorbers thermal neutrons. They are used to control the fission reaction.

10. The frequency modulation is a process of varying the frequency of the carrier in accordance with the amplitude of the modulating signal.

(1) The bandwidth of FM is much more than that of AM.

(2) FM receivers are less noisy than AM receivers.

Steps regarding PCM are

(ii) Sampling (i) Quantization (iii) Coding and (iv) decoding at receiving end.

11. The circuit diagram 2 marks + Voltage gain expression 2 marks

$v_0 = v_1 (1 + R_f / R_1)$

$= 10(1 + 10/1)\ mV = 110\ mV$ (2 marks)

12. In the upper part of the atmosphere there exist ionized medium, called ionosphere. The ionosphere helps the short wave propagation over large distance by means of reflections from the ionosphere.

The mechanism of propagation of sky wave in ionosphere can be understand by considering the motion of electrons under the action of electric field of electromagnetic wave. If $E = E_0 \sin\omega t$ represents the electric field impressed on the electron in the ionosphere then the equation of motion of electron is given by

$M\, dv/dt = - e E_0 \sin\omega t$, where v is the velocity of the electron.

Integrating we get,

$$v = e E_0 \cos \omega t / m \omega$$

If N be concentration of free electrons at any point in the ionosphere, the conduction current density

$J_c = - Nev = - Ne^2 E_0 \cos\omega t / m\omega$

As the ionosphere is weakly ionized medium $\varepsilon \sim \varepsilon_0$. Thus the displacement current

$$J_d = \varepsilon_0 \partial E/\partial t = \varepsilon_0 E_0 \cos\omega t$$

So the total current

$$J = J_c + J_d$$

$$= \omega E_0 (\varepsilon_0 - Ne^2/ m\omega^2) \cos\omega t$$

The ions in the radio wave behave in the same way as the electrons. The effective permittivity

$\varepsilon = \varepsilon_0 - Ne^2 / m\omega^2$

Now the refractive index of the ionized medium

$$n = \sqrt{(\varepsilon/\varepsilon_0)} = \sqrt{} (1 - Ne^2 / \varepsilon_0 m\omega^2)$$

Substituting the values $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $m = 9.1 \times 10^{-31}$kg , $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$F/m we get

$$n = \sqrt{} (1 - 81\, N/f^2)$$

where f is the frequency of the radio wave.

As the radio wave travels into the deeper part of the ionosphere, the electron concentration increases and hence refractive index decreases. The incident wave gradually deviated farther and farther away from the normal and finally gets reflected back to earth surface. At the top of the ionosphere angle of refraction for critical angle = 90^0 and $n = \sin\phi_0$, where ϕ_0 is the angle of incidence. For normal incidence $\phi_0 = 0$ and we have $f_c = 9\sqrt{N}$, where f_c is called critical frequency. For $f < f_c$ the radio wave gets reflected back to earth.

$$R_{ic} = \frac{v_i}{i_b} = h_{ie} + (1 + h_{fe})R_L$$

যেহেতু $h_{fe} >> 1$

$\therefore R_{ic} \simeq h_{ie} + h_{fe}R_L$

আমরা দেখতে পাই বিবর্ধকটির ইনপুট রোধ R_{ie}, ট্রানজিস্টারের ইনপুট রোধ h_{ie}-এর তুলনায় অনেক বেশী।

চিত্র থেকে আমরা দেখতে পাই নিঃসারক প্রবাহ

$i_e = -(i_b + i_c) = -(1 + h_{fe})\, i_b$

$\therefore$ প্রবাহ-বিবর্ধন $A_{ic} = \frac{i_e}{i_b} = -(1 + h_{fe}) \simeq -h_{fe}$

আউটপুট ভোল্টেজ $v_0 = i_e R_L$

ইনপুট ভোল্টেজ $v_i = R_{ie} i_b$

$$\therefore A_{vc} = \frac{v_0}{v_i} = \frac{i_c R_L}{i_b R_{ic}} = -A_{ic}\frac{R_L}{R_{ic}} = \frac{h_{fe}R_L}{h_{ie}(1 + g_m R_L)}$$

... ... (8.15)

সমীকরণ (8.15) লিখতে গিয়ে আমরা ব্যবহার করেছি $h_{fe} = g_m h_{ie}$

স্বাভাবিকভাবে $\frac{h_{fe}}{h_{ie}} = g_m$

$$\therefore A_{vc} = \frac{g_m R_L}{1 + g_m R_L}.$$

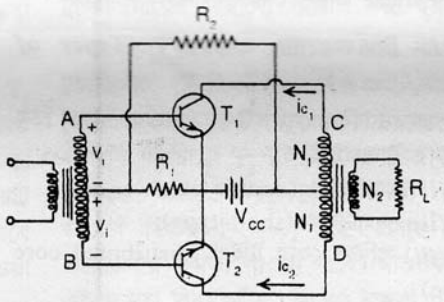
ক্ষমতা-বিবর্ধন (power gain) =

$$|A_{vc}|\,|A_{ic}| = \frac{h_{fe} g_m R_L}{1 + g_m R_L}$$

আমরা পূর্বেই আলোচনা করেছি যে, A_{vc} প্রায় 1-এর কাছাকাছি এবং সেইজন্য ক্ষমতা-বিবর্ধন প্রায় h_{fe}-এর সমান। যেহেতু $h_{fe} >> 1$, অতএব সাধারণ সংগ্রাহক ভোল্টেজ বিবর্ধকটি প্রকৃতপক্ষে একটি ক্ষমতা-বিবর্ধক হিসাবে কাজ করে। এই বিবর্ধকটির আউটপুট রোধ h_{ie} থেকেও কম। স্বাভাবিকভাবেই আমরা দেখতে পাই, এই বিবর্ধকের ইনপুট রোধ h_{ie}-এর তুলনায় অনেক বেশী ও আউটপুট রোধ h_{ie}-এর তুলনায় অনেক কম। যেহেতু বিবর্ধকের বিবর্ধন 1-এর থেকে কম, তাই এটি প্রবাহ-বিবর্ধক হিসাবে ব্যবহৃত না হয়ে প্রতিরোধ রূপান্তরক (transformer) হিসাবে ব্যবহৃত হয়। যেখানে উচ্চ প্রতিরোধ ভোল্টেজ উৎস থেকে ক্ষমতা নিম্ন প্রতিরোধ ভারে সরবরাহ করতে হবে, সেখানে এই সরবরাহটি এই বিবর্ধকটির মাধ্যমে করলে প্রতিরোধ ম্যাচিং (impedance matching) হবে ও সবচেয়ে বেশী ক্ষমতা সরবরাহ করা সম্ভব হবে।

৪.৯. ক্লাস-B পুস-পুল ক্ষমতা বিবর্ধক (Class-B Push-Pull Power Amplifier)

ক্লাস-B ক্ষমতা বিবর্ধকের যদি দুটি সদৃশ ক্ষমতা ট্রানজিস্টর ব্যবহার করা হয়, যাতে ইনপুটের পূর্ণ চক্রের জন্য আউটপুট ক্ষমতা পাওয়া যায়, তাহলে এই রকম সংযোগকে পুস্-পুল সংযোগ বলে। এক্ষেত্রে দুটি ট্রানজিস্টার-ই একই ধরনের হতে পারে অথবা একটি আর একটির পরিপূরক (complementary) হবে। একই ধরনের দুটি ট্রানজিস্টার, অর্থাৎ, সদৃশ দুটি *npn* বা *pnp*



চিত্র 8.9

T_1, T_2 → সদৃশ *npn* ট্রানজিস্টার
R_1, R_2 → স্বয়ং বায়াস রোধ
AB → স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার
CD → স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার
R_L → ভার (load)

কাগজ, তুলা (cotton) বা কাচের টেপ দিয়ে করা হয়। মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলি দুটির মাঝখানে ব্যাকেলাইটের চোঙ বা ব্যারেল রাখা থাকে, যাতে উচ্চ ও নিম্ন ভোল্টেজ কুণ্ডলি-দুটির মধ্যে কোনরকম সংযোগ না ঘটে। কোরের প্রতিটি স্তরণ (lamination) প্রায় 0.35 mm পুরু এবং এদের গায়ে বার্নিশের প্রলেপ দেওয়া থাকে। এছাড়া ট্রান্সফরর্মারে দুটি ইনপুট প্রান্ত ও দুটি আউটপুট প্রান্ত থাকে। এই প্রান্তগুলিকে উচ্চ মানের অন্তরক দ্বারা ঘিরে রাখা হয়। অনেকসময় বড় ট্রান্সফর্মারে একটি রিলে বর্তনী দেওয়া থাকে। কোন কারণে ট্রান্সফর্মারটি শর্ট সার্কিট বলে রিলে সার্কিট ট্রান্সফর্মারকে মেইন থেকে বিচ্ছিন্ন করে দেয়।

6-21. ট্রান্সফমারের প্রকারভেদ (Types of Transformer)

কোরের বিন্যাসের উপর নির্ভর করে তিন ধরনের ট্রান্সফর্মার হয়—

(i) কোরটাইপ (core type);

(ii) সেলটাইপ (shell type);

(iii) বণ্টিত কোর টাইপ (distributed core type)।

6-22. লোডবিহীন অবস্থায় ট্রান্সফমার (Transformer on No Load)

এই অবস্থায় ট্রান্সফর্মারের গৌণকুণ্ডলি খোলা থাকে অর্থাৎ গৌণপ্রবাহ শূন্য। মুখ্য কুণ্ডলিতে অল্প তড়িৎপ্রবাহ থাকে। মুখ্য কুণ্ডলির ক্ষমতার কিছুটা অংশ বিভিন্ন ধরনের ক্ষয়ের জন্য ব্যয়িত হয়। লোডবিহীন অবস্থায় মুখ্য প্রবাহকে দুটি অংশে ভাগ করা হয়—

(i) I_m = প্রবাহের যে-অংশ কোরে ফ্লাক্স তৈরি করে, এটিকে চুম্বকন প্রবাহ বলা হয়। I_m প্রযুক্ত তড়িচ্চালক বল থেকে দশায় 90° পিছিয়ে থাকে।

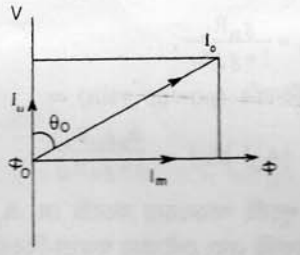
(ii) সক্রিয় অংশ I_w যা বিভিন্ন ধরনের ক্ষয়ক্ষতির জন্য ব্যয়িত হয় (কপার ক্ষয়, হিস্টারিসিস্ ক্ষয়, এডি প্রবাহজনিত ক্ষয়)। I_w প্রযুক্ত EMF এর দশায় থাকবে।

লোডহীন ট্রান্সফর্মারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম চিত্রে (6.17) দেখানো হয়েছে। লোডবিহীন মুখ্য প্রবাহ I_0, I_m, I_w-এর ভেক্টর যোগ। লোডবিহীন অবস্থায় ক্ষমতাগুণক = $\cos\theta_0$। যেহেতু I_m, I_w-এর তুলনায় অনেক বেশী, তাই θ_0-এর মান বেশ বড় এবং লোড-বিহীন ক্ষমতাগুণক খুব ছোট। লোডবিহীন অবস্থায় ক্ষমতার ক্ষয়

$$P_0 = V_1 I_0 \cos\theta_0 = V_1 I_w \text{ watt.}$$

6-23. লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফর্মার (Transformer On Load)

এই অবস্থায় গৌণ কুণ্ডলিতে গৌণ প্রবাহ I_s প্রবাহিত হবে এবং এই প্রবাহ গৌণ বিভব থেকে θ_s^0 দশায় পিছিয়ে থাকবে, যদি লোড মুখ্যত স্বাবেশী



চিত্র 6.17

হয়। লোড যদি সম্পূর্ণ রোধীয় হয় তাহলে $\theta_s = 0$ হবে। আবার লোড যদি মুখ্যত ধারকীয় হয় তাহলে I_s গৌণ বিভব থেকে θ_s^0 দশায় এগিয়ে থাকবে।

পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে, গৌণ বর্তনী বদ্ধ থাকলে কিভাবে প্রাইমারী প্রবাহ বেড়ে যায়। ধরা যাক, I_p^- লোডবিহীন অবস্থায় প্রাইমারী প্রবাহের থেকে এখন যে বেশী প্রবাহ যাচ্ছে তার পরিমাণ, তাহলে মোট প্রাইমারী প্রবাহ I_p, লোডবিহীন অবস্থায় প্রাইমারী প্রবাহ I_0 ও অতিরিক্ত প্রবাহ I_p^- এর ভেক্টর যোগ। লেঞ্জের সূত্র থেকে I_p^- ও I_s-এর দশাপার্থক্য 180° হবে। প্রকৃতপক্ষে I_0এর মান খুব কম, সেক্ষেত্রে I_p কে I_p^- এর সমান ধরা যেতে

ট্রানজিস্টারের সাহায্যে পুস্-পুল বর্তনী তৈরি করতে হলে ইনপুটটিকে একটি স্টেপআপ (step up) ট্রান্সফরমারের সাহায্যে ট্রানজিস্টার-দুটির ভূমিতে প্রয়োগ করতে হবে। দুটি ট্রানজিস্টারের নিঃসারকের সংযোগস্থল একটি রোধের দ্বারা ট্রান্সফরমারের গৌণ কুণ্ডলীর মধ্যবিন্দুতে যুক্ত থাকবে ও সংযোগস্থলটি V_{CC}-এর ঋণাত্মক দিকে যুক্ত থাকবে। সাধারণভাবে আউটপুট ক্ষমতা একটি স্টেপডাউন (step down) ট্রান্সফরমারের সাহায্যে নেওয়া হয়। এই ট্রান্সফরমারটিও একটি সেন্টার ট্যাপ (centre tap) ট্রান্সফরমার হয়ে থাকে।

চিত্রে (8.9) দুটি সদৃশ *npn* ট্রানজিস্টার দ্বারা তৈরি পুস্-পুল বর্তনী দেখানো হয়েছে।

ইনপুটের ধনাত্মক (*+ve*) চক্রে ট্রানজিস্টার T_1 সম্মুখ বায়াসে থাকে ও কার্যকরী হয়। এই সময় T_2 বিপরীত বায়াসে থাকার জন্য কার্যকরী হয় না। সেভাবেই ঋণাত্মক (*–ve*) চক্রে T_2 ট্রানজিস্টারটি কার্যকরী হয় ও T_1 অফ্ (off) থাকে। এইভাবে ভারের মধ্যে ইনপুটের পূর্ণ চক্রেই ক্ষমতা পাওয়া যাবে। ভারের কার্যকরী মান $R_L = \left(\frac{N_1}{N_L}\right)^2 R_L$। আদর্শ অবস্থায় যে-কোন ইনপুট সংকেতের জন্য আউটপুট ক্ষমতা হয়

$$P_0 = \frac{V_{CC}^2}{2R_L} \quad \ldots\ \ldots\ (8.16)$$

ইনপুট ডিসি ক্ষমতা (দুটি ট্রানজিস্টারকে ধরে) আদর্শ অবস্থায়

$$P_{dc} = \frac{2V_{CC}^2}{\pi R_L}$$

∴ বিবর্ধকটির ক্ষমতা দক্ষতা (power efficiency)

$$\eta = \frac{P_0}{P_{dc}} = \frac{\pi}{4} \times 100 = 78.5\%$$

∴ আদর্শ অবস্থায় ক্ষমতা বিবর্ধকটির দক্ষতা বেশ বেশী। আদর্শ অবস্থায় ধরা হয় কার্যকর বিন্দুটি ভাররেখার সম্পূর্ণ অংশ ব্যবহার করবে। প্রকৃত ক্ষেত্রে এরকম হয় না; ফলস্বরূপ, দক্ষতা আদর্শ অবস্থার দক্ষতা থেকে অনেক কম হয়।

8-10. ক্লাস-B পরিপূরক প্রতিসাম্য পুস-পুল বিবর্ধক

এই বিবর্ধকে একটি npn এবং সদৃশ একটি pnp ট্রানজিস্টার ব্যবহার করা হয়। দুটি ট্রানজিস্টারকেই পাওয়ার ট্রানজিস্টার হতে হবে। এখানে ইনপুটটি দুটি ট্রানজিস্টারের ভূমির সাথে যুক্ত করা থাকে; সাধারণত একটি ধারকের সাহায্যে। সাধারণ ক্লাস-B পুসপুলে ইনপুট সংকেতটি একটি স্টেপআপ ট্রান্সফরমারের সাহায্যে প্রয়োগ করা হয়।

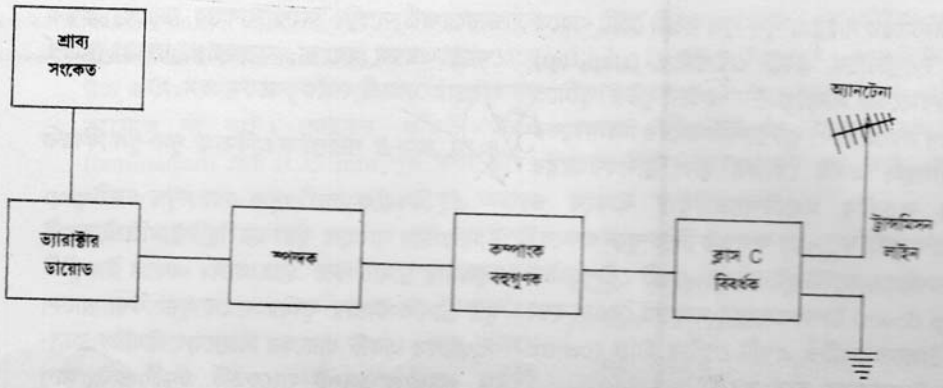
এখানে সেরকম প্রয়োজন হয় না। যেহেতু ট্রানজিস্টার-দুটি বিপরীত ধরনের, তাই এরা ইনপুটের বিপরীত অর্ধচক্রে সম্মুখ বায়াস হবে। যেমন ধনাত্মক অর্ধচক্রে T_1 ট্রানজিস্টার কাজ করবে ও ঋণাত্মক অর্ধচক্রে T_2 ট্রানজিস্টারটি। এইভাবে ভারের ভিতর দিয়ে পূর্ণচক্রে প্রবাহ যাবে, ও প্রয়োজনীয় ক্ষমতা পাওয়া যাবে। স্বাভাবিকভাবেই, এই ক্ষমতা বিবর্ধকটির ক্ষেত্রেও দক্ষতা η_{dc} ইনপুট ডিসি ক্ষমতা P_{dc} ও আউটপুট এসি ক্ষমতা P_{ac}, আগের মতই হিসাব করা সম্ভব, তবে মনে রাখতে হবে ভার এক্ষেত্রে R_L হবে। এই বর্তনীটির একটি বিশেষ অসুবিধা হল যে, এক্ষেত্রে দুটি ক্ষমতা উৎস $\left(V_{CC_1}, V_{CC_2}\right)$ প্রয়োজন হয়।

8-11. পুস-পুল বর্তনীর সুবিধা ও অসুবিধা

(i) একটি ট্রানজিস্টারের সাহায্যে ক্লাস-B ক্ষমতা বিবর্ধক বর্তনী তৈরি করলে আউটপুট ক্ষমতায় সংকেতের কম্পাঙ্ক ছাড়া বিভিন্ন হার্মোনিক (harmonic) সৃষ্টি হয় ও তার ফলে বেশী রকম হার্মোনিক (harmonic) বিকৃতি (distortion) হয়; কিন্তু ক্লাস-B পুস-পুল বর্তনীতে যুগ্ম হার্মোনিকগুলি বাতিল হওয়ায় আউটপুটের হার্মোনিক বিকৃতি অনেক কমে যায়। এর কারণ, আউটপুট ট্রান্সফরমারে দুটি ট্রানজিস্টারের জন্য প্রবাহ বিপরীত দিকে যায়।

9-10(b). কম্পাংক মডলিত প্রেরক (FM Transmitter)

কম্পাংক মডুলিত প্রেরকে একটি ভ্যারাক্টার ডায়োডের (কম্পাংক মডুলন দ্রষ্টব্য) সাহায্যে কম্পাংক নিয়ন্ত্রিত করা হয়। আমরা জানি, ভ্যারাক্টার ডায়োড বিপরীত বায়াসে ব্যবহৃত হয়। এই বায়াসের সাথে মডুলক সংকেতটি যুক্ত করে দেওয়া হয়। এর ফলে স্পন্দকের কম্পাংকের হ্রাসবৃদ্ধি মডুলক সংকেতকে অনুসরণ করে। যদি স্পন্দকের কম্পাংক প্রয়োজনীয় বাহকের কম্পাংক থেকে কম হয়, সাধারণভাবে এরকম হয়ে থাকে, তাই স্পন্দকের আউটপুট একটি কম্পাংক বহুগুণকারী (frequency multiplier) বর্তনির মধ্যে পাঠানো হয়। এর ফলে কম্পাংক মডুলিত বাহক ভোল্টেজ সৃষ্টি হয়। এই ভোল্টেজ ক্লাস-C ক্ষমতা বিবর্ধক দ্বারা বিবর্ধিত করে ট্রান্সমিশন লাইনের সাহায্যে অ্যানটেনায় পাঠানো হয়। অ্যানটেনা থেকে বাহকের সদৃশ তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ আলোর বেগে দেশে (space) ছড়িয়ে পড়ে। এই পদ্ধতির একটি বিশেষ অসুবিধা হল, স্পন্দকের কম্পাংক স্থির থাকে না এবং ভ্যারাক্টার ডায়াডের ধারকত্বের পরিবর্তন সঠিকভাবে মডুলক সংকেতের পরিবর্তনকে অনুসরণ করতে পারে না। এই কারণে একটি কম্পাঙ্ক স্থায়িত্বকারী বর্তনী ব্যবহার করা হয় (চিত্র 9.12-তে দেখানো হয়নি)। এই বর্তনিটিকে কম্পাংক পৃথকিকারক (frequency discriminator) বলা হয়।



চিত্র 9.12

9-11. বিস্তার-মডলিত সপার হেটেরোডাইন (Super heterodyne) বেতার গ্রাহক

যে-কোন বিশেষ বেতার স্টেশন, অনুষ্ঠান প্রচারের জন্য কতগুলি নির্দিষ্ট বাহক কম্পাংক ব্যবহার করে থাকে, যেগুলি অন্য কোন স্টেশন ব্যবহার করতে পারে না। স্থূলচিত্রে (9.13) সুপারহেট বেতার গ্রাহকের বিভিন্ন অংশ দেখানো হয়েছে। গ্রাহক অ্যানটেনা দ্বারা বিভিন্ন বেতার স্টেশন থেকে প্রেরিত তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ ছেদিত হওয়ার (cut across) ফলে, গ্রাহক অ্যানটেনায় বিভিন্ন কম্পাংকের ক্ষীণ বিভব আবিষ্ট হয়। এদের কম্পাংক স্বাভাবিকভাবেই বিভিন্ন স্টেশন থেকে প্রেরিত বাহকগুলির কম্পাংক হবে। কোন নির্দিষ্ট স্টেশন পেতে হলে সেই স্টেশন থেকে প্রেরিত বাহকের কম্পাংকের ভোল্টেজটিকে আবিষ্ট ভোল্টেজগুলির মধ্য থেকে আলাদা করে নিতে হবে। এর জন্য একটি আবেশক ধারক সমালয়িত বর্তনী ব্যবহার করা হয়। এই বর্তনীর অনুনাদী কম্পাংক (resonance ferequency) বর্তনিতে ব্যবহৃত পরিবর্তনশীল (variable) ধারকের ধারকত্বের মান পরিবর্তন করে পরিবর্তন করা যায়। যে পটিটি

যায়। এই প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা T_3 থেকে কমে T_4 হয় ও আয়তন V_2 থেকে বেড়ে V_1 হয়। এক্ষেত্রে আমরা লিখতে পারি—

$$T_3V_3^{\gamma-1} = T_4V_1^{\gamma-1} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (4.3)$$

(v) $4 \rightarrow 1$ ঃ আপাতস্থৈতিক সমআয়তন নিষ্কাশন প্রক্রিয়াকে নির্দেশ করে। এই প্রক্রিয়ায় কার্যকরী বস্তু বহুসংখ্যক নিম্ন তাপমাত্রার তাপ আধারে $|Q_L|$ পরিমাণ তাপ বর্জন করে। তাপমাত্রা T_4 থেকে কমে T_1 হয়ে যায়। (প্রকৃতপক্ষে তাপমাত্রা T_1 হবে না।)

(vi) $1 \rightarrow 5$ ঃ আপাতস্থৈতিক নিষ্কাশন ঘাতকে নির্দেশ করে। এই প্রক্রিয়াটি সমচাপে হয় এবং এই চাপের মান বায়ুমণ্ডলের চাপ P_0-এর সমান। এই প্রক্রিয়ার শেষে আয়তন শূন্য হয়।

সমচাপ প্রক্রিয়া-দুটি ($5 \rightarrow 1$ ও $1 \rightarrow 5$) একে অপরকে বাতিল করে (cancell), ফলে হিসাবে এদের ধরা হয় না। $2 \rightarrow 3$ প্রক্রিয়ায় কার্যকরী বস্তু তাপগ্রহণ করে ও $4 \rightarrow 1$ প্রক্রিয়ায় তাপ বর্জন করে। এই দুটি প্রক্রিয়াই সমআয়তনের। অতএব, কার্যকরী বস্তু দ্বারা গৃহীত তাপ—

$$|Q_h| = \int_{T_2}^{T_3} C_v dT = C_v(T_3 - T_2) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4.4)$$

অনুরূপে $4 \rightarrow 1$ বর্জিত তাপ

$$|Q_L| = -\int_{T4}^{T_1} C_v dT = C_v(T_4 - T_1) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4.5)$$

$\therefore$ কার্যের পরিমাণ $|W| = |Q_h| - |Q_L|$

$\therefore$ চক্রটির তাপীয় দক্ষতা—

$$\eta = \frac{|W|}{|Q_h|} = \frac{|Q_h| - |Q_L|}{|Q_h|}$$

$$= 1 - \frac{|Q_L|}{|Q_h|} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (4.6)$$

সমীকরণ (4.6) পেতে সমীকরণ (4.4) ও (4.5)-কে ব্যবহার করা হয়েছে।

সংনমন ঘাত ও ক্ষমতা-ঘাত—দুটিই রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়া

$$\therefore T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$$

এবং $$T_4V_1^{\gamma-1} = T_3V_2^{\gamma-1}$$

এই সমীকরণ-দুটি থেকে পাই

$$\frac{T_1}{T_4} = \frac{T_2}{T_3} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (4.7)$$

বা, $$1 - \frac{T_1}{T_4} = 1 - \frac{T_2}{T_3}$$

বা, $$\frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} = \frac{T_4}{T_3} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (4.8)$$

সমীকরণ (4.8) ও (4.7) থেকে পাই

$$\frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$\therefore$ সমীকরণ (4.6) থেকে পাই

$$\text{দক্ষতা } \eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (4.9)$$

আবার সমীকরণ (4.2) থেকে পাই,

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{1}{\rho}\right)^{\gamma-1}$$

$$\therefore \eta = 1 - \left(\frac{1}{\rho}\right)^{\gamma-1} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (4.10)$$

এখানে $\rho = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)$ = রুদ্ধতাপ প্রসারণ অনুপাত (adiabatic expansion ratio)।

দেখা যাচ্ছে, ρ বাড়ালে চক্রটির তাপীয় দক্ষতা বেড়ে যাবে। ρ বেশী বাড়ানো সম্ভব নয়; কারণ, তাহলে সংনমনকালেই বায়ু ও পেট্রোল বাষ্পের মিশ্রণ পুড়তে শুরু করবে। অটোচক্রের তাপীয় দক্ষতা র‍্যাকিং চক্রের তাপীয় দক্ষতা থেকে বেশী হয়। ρ -এর মান 8 (বিস্ফোরণ সীমার নিচে) এবং $\gamma = 1.5$ ধরলে দক্ষতা $\eta = 0.646$ বা 64.60%।

4-5. ডিজেল ইঞ্জিন (Diesel Engine)

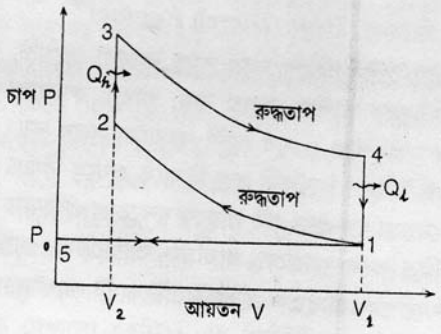
অটো ইঞ্জিন আলোচনার সময় আমরা দেখেছি, এই ইঞ্জিনের তাপীয় দক্ষতা কম; কারণ, রুদ্ধতাপ প্রসারণ অনুপাত ρ খুব বেশী বাড়ানো সম্ভব নয়। ডিজেল ইঞ্জিনে কার্যকরী বস্তু হিসাবে প্রথমে বিশুদ্ধ বায়ু নেওয়া হয় এবং এই বায়ুকে রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় সংনমিত করে আয়তন প্রাথমিক আয়তনের প্রায় $\left(\frac{1}{7}\right)$ করে নেওয়া হয়। এই প্রক্রিয়ায় বায়ুর তাপমাত্রা

V_2-এর দ্বারা দহনসৃষ্ট বস্তু বেরিয়ে যায় এবং চাপ বাইরের চাপের প্রায় সমান হয়ে যায়। এই প্রক্রিয়ায় পিস্টনটি কার্যত গতিহীন থাকে।

(vi) **নিষ্কাশন ঘাত** *(Exhaust Stroke)* : এই পর্যায়ে পিস্টনটি উপরের দিকে উঠতে থাকে ও ফলে V_2 ভালভ্ দিয়ে দহন-সৃষ্ট বস্তুকে ঠেলে বাইরে বের করে দেয়। দহন-সৃষ্ট বস্তু প্রকৃতপক্ষে পোড়া বায়ু (burnt-up air) ও পেট্রোল বাষ্পের সংমিশ্রণ। এর পরে পিস্টনটি আবার নিচের দিকে নামে; ফলে V_2 বন্ধ ও V_1 খুলে যায় এবং সমস্ত চক্রটির পুনরাবৃত্তি হতে থাকে।

4.4. অটোচক্র *(Otto Cycle)*

অটো ইঞ্জিনের কার্যপ্রণালী আলোচনার সময় বলা হয়েছে, এই ইঞ্জিনের একটি চক্রে ছয়টি প্রক্রিয়া থাকে। এই চক্রটিকে অটোচক্র নামে অভিহিত করা হয়। প্রতিটি প্রক্রিয়াই অনুৎক্রমণীয় (irreversible)। কাজেই ব্যবহারিক ক্ষেত্রে অটোচক্রটি অনুৎক্রমণীয়। কিন্তু এই ইঞ্জিনের দক্ষতা (efficiency) হিসাব করার সময় আমরা চক্রের ছয়টি প্রক্রিয়াকেই উৎক্রমণীয় (reversible) ধরব। অর্থাৎ, যে-সব



চিত্র 4.2

কারণে কোন প্রক্রিয়া অনুৎক্রমণীয় হয়, তাদের উপস্থিতি এখানে উপেক্ষা করা হয়, যদিও বাস্তবে এটি সম্ভব নয়।

যে-কোন উৎক্রমণীয় প্রক্রিয়া আমরা জানি আপাতস্থৈতিক ভাবে (quasi static) সম্পন্ন হয়। কাজেই এই আলোচনায় ইঞ্জিনের প্রতিটি প্রক্রিয়াই আপাতস্থৈতিকভাবে সম্পাদিত হচ্ছে ধরা হবে। PV লেখচিত্রে ইঞ্জিনের প্রতিটি প্রক্রিয়াই দেখানো হয়েছে। এটিকে ইঞ্জিনের সূচক চিত্র (indicator diagram) বলা হয়।

(i) $5 \rightarrow 1$: আপাতস্থৈতিক গ্রহণ ঘাতকে প্রদর্শন করে। এটি একটি সমচাপ (isobaric) প্রক্রিয়া এবং এই প্রক্রিয়ায় স্থির চাপ P_0, যাহা বায়ুমণ্ডলের চাপের সমান। দহন-কক্ষের আয়তন শূন্য থেকে বেড়ে এই প্রক্রিয়ার শেষে V_1 হয় এবং ধরা যাক, কক্ষে এই অবস্থায় n গ্রাম-অণু (mole) বায়ু আছে (বায়ুকে দ্বিপরমাণুক গ্যাস হিসাবে ধরা হয়)। বাইরের বায়ুর তাপমাত্রা যদি T_1 ধরা যায়, তাহলে গ্যাস সূত্র থেকে আমরা লিখতে পারি

$$P_0V_1 = nRT_1 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (4.1)$$

কারণ এই সময়ে দহন-কক্ষের বায়ুর তাপমাত্রা T_1।

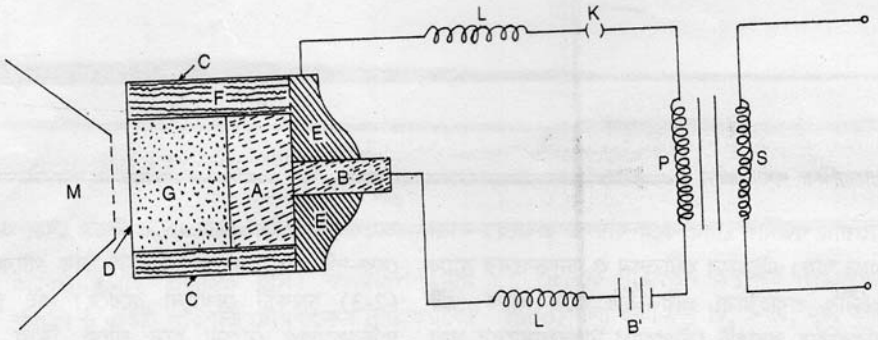
(ii) $1 \rightarrow 2$: আপাতস্থৈতিক রুদ্ধতাপ (adiabatic) সংনমন ঘাতকে প্রদর্শন করে। এর ফলে তাপমাত্রা T_1 থেকে বেড়ে T_2 হয়ে যায়। আমরা লিখতে পারি—

$$T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (4.2)$$

এখানে γ = বায়ুর পারমাণবিকতা (atomicity)। এই রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় γ-কে ধ্রুবক ধরা হয়েছে।

(iii) $2 \rightarrow 3$: আপাতস্থৈতিক সমআয়তন (isochoric) দহন প্রক্রিয়াকে নির্দেশ করে। এই প্রক্রিয়ায় চাপ ও তাপমাত্রা অত্যন্ত দ্রুততার সাথে বেড়ে যায়। তাপমাত্রা T_2 থেকে T_3 হয়ে যায়। স্বাভাবিকভাবেই, এই প্রক্রিয়ায় কার্যকরী বস্তু $|Q_h|$ পরিমাণ তাপ বাইরের বহুসংখ্যক তাপ-আধার থেকে গ্রহণ করে (প্রকৃতপক্ষে জ্বালানি পোড়ার ফলে তাপ ইঞ্জিনের ভিতরেই সৃষ্টি হয়)। এরকম অঙ্গীকার না করলে প্রক্রিয়াটি আপাতস্থৈতিক হবে না ও লেখচিত্রে একে উল্লেখ করা যাবে না।

(iv) $3 \rightarrow 4$: আপাতস্থৈতিক রুদ্ধতাপ ক্ষমতা-ঘাতকে নির্দেশ করে। এটিই হল কার্যকরী ঘাত, এই ঘাতে তাপশক্তির বিনিময়ে যান্ত্রিক শক্তি পাওয়া

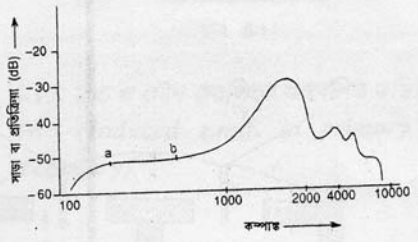


M—কথনযন্ত্র (Mouthpiece)
D—পাতলা ঝিল্লী বা পর্দা (Diaphragm)
G—কার্বনদানা (Carbon Granualer)
E,F—পশম প্যাকিং (Filt packing)
E,E— অপরিবাহী পদার্থ (Insulator)
A—কার্বনখণ্ড (Carbon block)
B—প্লাগ
P.S.—ট্রান্সফর্মারের মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলী
C.C—ধাতব আধার

চিত্র 2.1 : কার্বন মাইক্রোফোন

(i) কার্বন-মাইক্রোফোন *(Carbon Microphone)* : এই মাইক্রোফোনটি চাপ বা প্রেষের সাথে রোধের পরিবর্তনের ধর্মটিকে ব্যবহার করে কার্যকরী হয়। চিত্র (2-1)-এ এই ধরনের মাইক্রোফোনের মূল অংশগুলি দেখানো হয়েছে। এই চিত্রে কার্বন-মাইক্রোফোনের লম্বচ্ছেদ (sectional view) দেখানো হয়েছে। কথনযন্ত্র M শঙ্কু আকারের হয় এবং সাধারণত অ্যালুমিনিয়াম বা অন্য কোন হালকা ধাতুর তৈরি। ঝিল্লি D লোহা দিয়ে তৈরি হয়ে থাকে। ধাতব ধারকটির ভিতর একটি কার্বনখন্ড A আছে এবং কার্বনখন্ডের উপরে ও নিচে পশমের প্যাকিং আছে। ঝিল্লি D ও কার্বনখন্ড A-এর মাঝখানের স্থানটিতে কার্বনদানা (carbon granules) আলগাভাবে ভর্তি করা থাকে। প্লাগ B-এর ভিতর দিয়ে কার্বনখন্ডটিকে বর্তনীর সাথে যুক্ত করা হয়। B প্লাগটির দু'ধার অপরিবাহী পদার্থ দ্বারা ভর্তি করা থাকে। বর্তনীটির অপর প্রান্তটি ধাতব আধারের সাথে যুক্ত থাকে। এছাড়া বর্তনীটিতে একটি স্টেপআপ ট্রান্সফরমার ও ব্যাটারি আছে। যন্ত্রটি ব্যবহার করার আগে K চাবিটি লাগিয়ে দেওয়া হয়; ফলে, বর্তনীতে একটি স্থিরবিদ্যুতের প্রবাহ সৃষ্টি হয়।

যখন শব্দতরঙ্গ ঝিল্লির সামনে আপতিত হতে থাকে, তখন শব্দতরঙ্গের চাপের হ্রাসবৃদ্ধির সাথে ঝিল্লিটি কাঁপতে থাকে। অর্থাৎ, ঝিল্লির স্পন্দন চাপের হ্রাসবৃদ্ধিকে সঠিকভাবে অনুসরণ করে। শব্দের ঘনীভবনের সময় ঝিল্লিটি ভিতরের দিকে সরে যায় ও তনুভবনের সময় বাইরের দিকে বেরিয়ে আসে। ঘনীভবনের সময় কার্বনদানাগুলির প্যাকিং নিবিড় হয়ে যায় (tightly packed); ফলে,



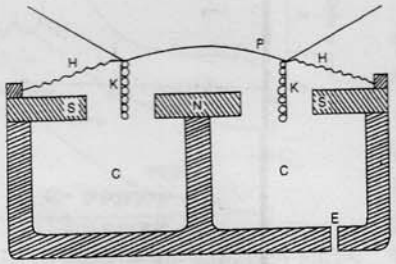
ab→ ব্যবহারযোগ্য পটি

চিত্র 2.2

বর্তনীর রোধ বেড়ে যায় ও তড়িৎ প্রবাহের পরিমাণ কমে। তনুভবনের সময় প্যাকিং বেশ আলগা হয়ে

যাওয়ায় বর্তনীর রোধ কমে যায় ও প্রবাহের মাত্রা বেড়ে যায়। এইভাবে ঘনীভবন ও তনুভবনের সাথে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা পরিবর্তিত হতে থাকে। এই পরিবর্তিত প্রবাহটি স্টেপআপ ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার ফলে, গৌণকুণ্ডলীতে বিবর্ধিত প্রবাহ পাওয়া যায়। এটিকে লাউড্‌স্পীকারের সাথে যুক্ত করলে জোরালো শব্দের সৃষ্টি হয়। যন্ত্রটি সুবেদী (sensitive) কিন্তু সব কম্পাংক সমান সুবেদী নয়। তবে একটি নির্দিষ্ট কম্পাংকপটির ক্ষেত্রে এর সুবেদিতা সমান, অর্থাৎ, এই পটিটি ব্যবহার করলে লাউড্‌স্পীকারে মূল শব্দের কোন বিকৃতি হবে না। চিত্র (2-2)-এ এটি দেখানো হয়েছে।

***(ii)* চলকুণ্ডলী বা তড়িৎগতি মাইক্রোফোন** *(Moving coil or Electrodynamic Microphone)* ঃ এই অধ্যায়ের শুরুতে আমরা আলোচনা করেছি, যে-কোন মাইক্রোফোনই ঝিল্লির স্পন্দনকে ব্যবহার করে কাজ করে। এই ধরনের মাইক্রোফোনে একটি বিশেষভাবে তৈরি চুম্বক



চিত্র 2.3 ঃ চলকুণ্ডলী মাইক্রোফোন

ব্যবহার করা হয়। এই চুম্বকটির লম্বচ্ছেদ অনেকটা ইংরেজি 'E' অক্ষরের মতো দেখতে। বাস্তবে চুম্বকটি কেন্দ্রস্তম্ভক-বাটির মতো। চুম্বকটির মাঝখানের অংশটি উত্তর মেরু (N) এবং প্রান্তের অংশ-দুটি দক্ষিণ মেরু (S)। উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরু-দুটির মধ্যে বেশ কিছুটা ফাঁক থাকে, চিত্রে (2-3) চুম্বকটি দেখানো হয়েছে। এই চুম্বকটি, তড়িৎচুম্বকও নেওয়া হয়ে থাকে, ঝিল্লি D-এর ভিতরের দিকে একটি হালকা চোঙাকৃতি তারের কুণ্ডলী (K–K) ঝোলানো থাকে। এই কুণ্ডলীটি একটি হালকা বেলন, যার গায়ে বহু-পাক-যুক্ত তার জড়ানো আছে। স্বাভাবিকভাবেই, এই কুণ্ডলীটি উত্তর মেরুকে ঘিরে থাকে। কুণ্ডলীটি N–S-এর ফাঁকের মধ্যে প্রতিসম (symmetrical) অবস্থায় থাকে। ঝিল্লিটির প্রান্ত-দুটি, দুটি স্প্রিংয়ের (H, H) সাহায্যে চুম্বকের দুই প্রান্তে যুক্ত থাকে। চুম্বকটিতে একটি ছিদ্রপথ E আছে, যার সাহায্যে বায়ুপ্রকোষ্ঠ বাইরের সাথে সমান চাপ রক্ষা করে। চিত্রে C–C দুটি বায়ুপ্রকোষ্ঠ।

চলকুণ্ডলীটি কেন্দ্রস্তম্ভক-বাটির মতো চুম্বকের অরীয় (radial) চুম্বকক্ষেত্রে থাকে, অর্থাৎ, চুম্বকক্ষেত্রটি অরীয়। ঝিল্লির উপর শব্দতরঙ্গ আপতিত হলে, ঘনীভবন ও তনুভবনের জন্য ঝিল্লিটি স্পন্দিত হয় এবং এর স্পন্দন শব্দতরঙ্গের চাপের পরিবর্তনকে অনুসরণ করে। স্বাভাবিকভাবেই, কুণ্ডলী K–K, চুম্বকক্ষেত্রের মধ্যে ওঠানামা করতে থাকে, যার ফলে কুণ্ডলীটির মধ্যে ফ্যারাডের তড়িৎচুম্বকীয় সূত্রানুযায়ী তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয় এবং এটির পরিবর্তন শব্দতরঙ্গের চাপকে অনুসরণ করে। উৎপন্ন বিভবটিকে স্টেপআপ ট্রান্সফরমার দ্বারা বিবর্ধিত করে লাউডস্পীকারে প্রেরণ করা হয়।

এই ধরনের মাইক্রোফোনের সাড়া (response) বিস্তৃত কম্পাঙ্কপটির (wide frequency bandwidth) জন্য সমান হয়ে থাকে। এদিক থেকে চলকুণ্ডলী মাইক্রোফোনটি খুবই সুবিধাজনক। উচ্চ কম্পাঙ্কের শ্রাব্য শব্দের ক্ষেত্রে মাইক্রোফোনটির সাড়া, ঝিল্লির উপর আপতিত শব্দতরঙ্গের আপতন কোণের উপর নির্ভর করে। শব্দ ঝিল্লির উপর লম্বভাবে পড়লে, অর্থাৎ, আপতন কোণ শূন্য হলে, মাইক্রোফোনটির সাড়া সবচেয়ে ভালো হয়।

আবিষ্ট প্রবাহ প্রবাহিত হবে। ফলস্বরূপ গৌণ কুণ্ডলি ও একটি পরিবর্তি চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি করবে। লেঞ্জের সূত্রানুসারে এই চৌম্বকক্ষেত্রটি মুখ্য কুণ্ডলি সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রকে বাধা দেবে ও যার ফলে মুখ্য কুণ্ডলির প্রবাহমাত্রা বাড়তে থাকবে। এর ফলে গৌণ কুণ্ডলিতে আবেশিত তড়িচ্চালক বল ও প্রবাহ পরিবর্তিত হবে। এইভাবে মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলির মধ্যে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া কিছুক্ষণ হওয়ার পর মুখ্য ও গৌণ ফ্লাক্স একটি নির্দিষ্ট মানে পৌছায় এবং এই সময় মুখ্য কুণ্ডলির ফ্লাক্স প্রারম্ভিক ফ্লাক্সের সমান হবে।

ধরা যাক,

N_1 = মুখ্য কুণ্ডলির পাকের সংখ্যা।

N_2 = গৌণ কুণ্ডলির পাকের সংখ্যা।

মুখ্য কুণ্ডলির রোধ খুব কম হয়ে থাকে এবং স্বাবেশ খুব উচ্চ হয়। এর ফলে মুখ্য কুণ্ডলিতে পরিবর্তি তড়িচ্চালক বল প্রয়োগ করলে মুখ্য কুণ্ডলির প্রবাহ (primary current) প্রযুক্ত তড়িচ্চালক বল থেকে দশায় 90° পিছিয়ে থাকবে এবং এই প্রবাহের মান খুব কম, এটিকে চুম্বকন প্রবাহ (magnetising current) বলা হয়। মুখ্য কুণ্ডলিগুলি সৃষ্ট ফ্লাক্সের ফলে মুখ্য কুণ্ডলিতে স্বাবেশিত (self-induced) তড়িচ্চালক বল তৈরি হয় এবং এই স্বাবেশিত তড়িচ্চালক বল মুখ্য কুণ্ডলিতে প্রযুক্ত তড়িচ্চালক বলকে বাধা দেয়। যেহেতু মুখ্য কুণ্ডলির রোধ খুব কম, তাই আদর্শ ক্ষেত্রে (ideal case) মুখ্য কুণ্ডলিতে স্বাবেশিত তড়িৎচ্চালক বল, প্রযুক্ত তড়িচ্চালক বল E_1-এর সমান। পারস্পরিক আবেশের (mutual induction) জন্য গৌণ কুণ্ডলিতে E_2 তড়িচ্চালক বল আবেশিত হবে এবং এই আবেশিত তড়িচ্চালক বল এমন হবে, যাতে গৌণ কুণ্ডলির প্রতি পাকে আবেশিত ভোল্টেজ মুখ্য কুণ্ডলির প্রতি পাকে আবেশিত ভোল্টেজের সমান হবে, অর্থাৎ, $\frac{E_1}{N_1} = \frac{E_2}{N_2}$

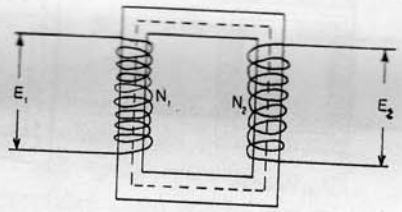
বা $\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} = n$

'n'-কে পরিবর্তন অনুপাত (transformation ratio) বলা হয়। যদি $N_2 > N_1$ হয়, তাহলে যন্ত্রটি আরোহী (step up) এবং $N_1 > N_2$ হলে যন্ত্রটি অবরোহী (step down)।

আদর্শ ট্রান্সফর্মারে ধরা যেতে পারে, ক্ষমতার কোন রকম ক্ষয় না (No less of power) এবং সেক্ষেত্রে $E_1I_1 = E_2I_2$

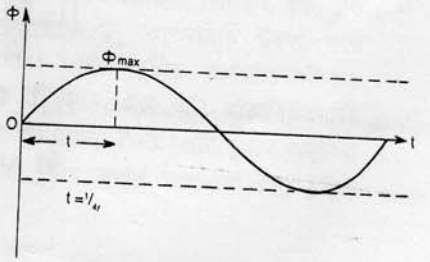
বা $\frac{I_1}{I_2} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} = n$

এখানে I_1 ও I_2 মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলির প্রবাহ এবং E_1I_1 মুখ্য কুণ্ডলির ক্ষমতা ও E_2I_2 গৌণ কুণ্ডলির ক্ষমতা।



চিত্র 6.14

6-19. মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলিতে আবেশিত তড়িচ্চালক বল (Induced e.m.f. in primary and secondary)



চিত্র 6.15

ধরা যাক, φ_{max} = মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলির সাথে সংযুক্ত (linked) ফ্লাক্সের সর্বোচ্চ মান এবং f = সরবরাহ লাইন কম্পাঙ্ক। তড়িচ্চালক বল সাইন-সদৃশ (sinusoidal) ধরা হলে ফ্লাক্স ও সাইনসদৃশ

হবে এবং চিত্র থেকে দেখা যাচ্ছে $t = \frac{1}{4f}$ সময়ে ফ্লাক্স সর্বোচ্চ মানে পৌঁছাবে। অতএব, গড় ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হার (অথবা গড় *e.m.f.* প্রতি পাকে)

$$= \frac{\varphi_{max}}{t} = \frac{\varphi_{max}}{1/4f} = 4f\,\varphi_{max} \text{ volt}$$

আকৃতি গুণক (form factor) = $\frac{\text{R.M.S ভোল্টেজ বা প্রবাহ}}{\text{গড় ভোল্টেজ বা প্রবাহ}} = 1.11$

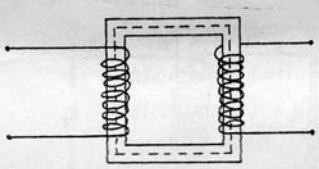
∴ R.M.S. E.M.F প্রতি পাকে

$1.11 \times 4\,\varphi_{max} f = 4.44\,\varphi_{max} f$

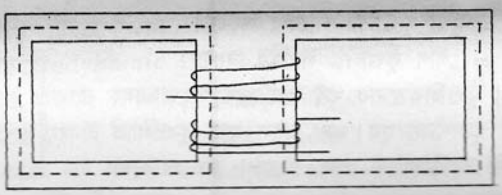
∴ মুখ্য কুণ্ডলিতে স্বাবেশিত ভোল্টেজ $E_1 = 4.44\,\varphi_{max} f\,N_1$ volt. ও গৌণ কুণ্ডলিতে আবেশিত তড়িচ্চালক বল $E_2 = 4.44\,\varphi_{max} f\,N_2$ volt। এখানে স্মর্তব্য ফ্লাক্স ওয়েবার এককে হবে।

6.20. ট্রান্সফর্মারের গঠন (Construction of Transformer)

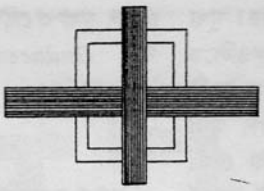
যে-কোন ট্রান্সফর্মারে দুটি পৃথক কুণ্ডলি থাকে, যাদের মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলি বলা হয়। লোহার কোরের (core) উপর কুণ্ডলি-দুটি জড়ানো থাকে এবং এই কোরটি একটি চুম্বকীয় পথ সৃষ্টি করতে সক্ষম। সাধারণভাবে ট্রান্সফর্মার কোরটি স্তরিত (laminated) বিশেষ ধরনের সংকর স্টীল দিয়ে তৈরি করা হয়। এটি উচ্চ রোধযুক্ত হয় ফলে এডি প্রবাহ (eddy current) জনিত ক্ষয় কম হয়। এছাড়া সংকর স্টীলের হিস্টারিসিস ক্ষয়ও (hysterisis loss) খুব কম হয়। মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলি অন্তরিত তামার তার, কোরের উপর জড়িয়ে তৈরি করা হয়। ট্রান্সফর্মারটি খুব বড় হলে (শিল্পক্ষেত্রে ট্রান্সফর্মার বড় হয়ে থাকে), কার্যরত অবস্থায় ট্রান্সফর্মারে যথেষ্ট তাপ উৎপন্ন হয় এবং এই জন্য সম্পূর্ণ ট্রান্সফর্মারটিকে এক বিশেষ ধরনের তেলের মধ্যে ডুবিয়ে রাখা হয়, এটিকে ট্রান্সফর্মার অয়েল বলে। সাধারণভাবে একটি স্টীল ট্যাঙ্কের ভিতর ট্রান্সফর্মারটি তেলে ডোবানো থাকে। বায়ুমণ্ডল থেকে জলীয় বাষ্প শোষণ করে যাতে তেলটির গুণগত মান নষ্ট না হয়ে যায়, তাই ট্যাঙ্কের সাথে বাইরের সংযোগস্থলে সিলিকা জেল রাখা থাকে। মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলির অন্তরণ (insulation)



(a) কোর টাইপ



(b) সেল টাইপ



(c) বণ্টিত কোর টাইপ

চিত্র 6.16

থার্মোমিতির নীতির উপর নির্ভর করে তৈরি করা হয়। শেষের গুলি থার্মোমিতির নীতির উপর নির্ভর করে না, এদের কার্যকরিতা বিকিরণের সূত্রের উপর নির্ভরশীল।

3-14(a). গ্যাস-পাইরোমিটার *(Gas-pyrometer)*

স্থির আয়তন হাইড্রোজেন থার্মোমিটার আলোচনার সময় বলা হয়েছে যে, উচ্চ তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন প্লাটিনাম-ইরিডিয়াম ধাতুর বালব্ থেকে ব্যপিত হয়ে থাকে। এ-কারণে, 500°C থেকে বেশী তাপমাত্রার জন্য এটি ব্যবহার করা হয় না। এই-রকম ক্ষেত্রে হাইড্রোজেনের পরিবর্তে নাইট্রোজেন নেওয়া হয় এবং 1300°C পর্যন্ত প্লাটিনাম-ইরিডিয়াম বালবের পরিবর্তে কোয়ার্জ কাচের বালব ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

3-14(b). রোধ-পাইরোমিটার *(Resistance-pyrometer)*

রোধ-পাইরোমিটার ও রোধ-থার্মোমিটার একই বস্তু। যখন রোধ-থার্মোমিটার দিয়ে উচ্চ তাপমাত্রা মাপা হয়, সেই সময় থার্মোমিটারটিকে পাইরোমিটার বলা যেতে পারে। এই রকম পাইরোমিটার দ্বারা 1200°C পর্যন্ত তাপমাত্রা অনায়াসে মাপা যায়, যদিও প্লাটিনামের গলনাঙ্ক বিন্দু 1750°C। এর কারণ প্লাটিনাম 1200°C থেকে বেশী তাপমাত্রায় গরম করলে আর পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে না, অর্থাৎ, প্লাটিনামের গঠনগত পরিবর্তন হয়। ফলস্বরূপ, এই থার্মোমিটারটিকে পুনরায় অংশাঙ্কিত করার প্রয়োজন হয়।

3-14(c). তাপযুগ্ম পাইরোমিটার *(Thermo-couple Pyrometer)*

তাপযুগ্ম থার্মোমিটার যখন উচ্চ তাপমাত্রা মাপার ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়, তখন তাকে তাপযুগ্ম পাইরোমিটার বলা হয়। 1000°C–1500°C পর্যন্ত তাপমাত্রা প্লাটিনাম ও প্লাটিনাম রডিয়াম (rhodium)-এর তৈরি তাপযুগ্ম দ্বারা অনায়াসে মাপা যেতে পারে। হফ্‌ম্যান (Hoffman) ইরিডিয়াম ও ইরিডিয়াম রডিয়ামের তাপযুগ্ম দ্বারা 2100°C পর্যন্ত তাপমাত্রা মাপতে সক্ষম হয়েছিলেন। তাপযুগ্মের একটি তার টাংস্টেন ও অন্যটি টাংস্টেন ও মলিবডেনামের ধাতুসংকর দিয়ে তৈরি করে 3000°C পর্যন্ত তাপমাত্রা মাপা যেতে পারে।

এখানে উচ্চ তাপমাত্রা মাপার জন্য যে তিন ধরনের পাইরোমিটারের আলোচনা করা হয়েছে, বাস্তবক্ষেত্রে কিন্তু এগুলির ব্যবহার প্রায় করাই হয় না। 1000°C-এর উপর যে-কোন তাপমাত্রা মাপার জন্য সাধারণভাবে বিকিরণ পাইরোমিটারের ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

3-14(d). বিকিরণ পাইরোমিটার *(Radiation Pyrometer)*

কোন কৃষ্ণবস্তু থেকে যে পূর্ণ বিকিরণ হয়ে থাকে তার পরিমাণ আমরা স্টীফানের (Stefan) সূত্র থেকে পেয়ে থাকি। এই সূত্রানুসারে কোন কৃষ্ণবস্তুর প্রতি একক বর্গক্ষেত্র থেকে প্রতি সেকেণ্ডে যে-পরিমাণ শক্তি বেরিয়ে আসে, তার পরিমাণ

$$H = \sigma T^4 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (3.25)$$

এখানে σ একটি ধ্রুবক ও এটিকে স্টীফানের ধ্রুবক বলা হয়। T = পরম স্কেলে বস্তুটির তাপমাত্রা।

যেহেতু এই পাইরোমিটারটির কার্যকরিতা পূর্ণ বিকিরণ (total radiation) এর উপর নির্ভর করে, অনেক সময় এই জাতীয় পাইরোমিটারকে পূর্ণ বিকিরণ পাইরোমিটার নামেও অভিহিত করা হয়। সমীকরণ (3.25) ব্যবহার করে যদি কোন বস্তু বা চুল্লির তাপমাত্রা মাপা হয়, তখন যে তাপমাত্রা আমরা পাই, তাকে চুল্লি বা বস্তুর কৃষ্ণবস্তু তাপমাত্রা বলা হয়। চুল্লি থেকে যে বিকিরণ হয়, তার তীব্রতার সমান তীব্রতার বিকিরণ, ধরা যাক একটি কৃষ্ণবস্তুকে T_b তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে পাওয়া গেল। তাহলে চুল্লির তাপমাত্রা স্টীফান সূত্রানুসারে T_b হবে এবং এটা স্বাভাবিকভাবেই চুল্লির যথার্থ তাপমাত্রা T নয়। এটা বুঝতে অসুবিধা হয় না যে, চুল্লির যথার্থ তাপমাত্রা (T) চুল্লির

কৃষ্ণবস্তু তাপমাত্রা (T_b) থেকে বেশী। আমরা জানি, আদর্শ কৃষ্ণবস্তু থেকে নির্গত বিকিরণে শূন্য থেকে অসীম পর্যন্ত সব তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিকিরণ থাকে। কিন্তু দৈনন্দিন জীবনে আমরা যে-সব বস্তুর তাপমাত্রা মাপতে চাই, সেগুলির কোনটাই আদর্শ কৃষ্ণবস্তু নয়, অর্থাৎ, এদের থেকে নির্গত বিকিরণে যে-সব তরঙ্গ থাকে, তাদের সংখ্যা বস্তুর ধর্মের উপর নির্ভর করে। একটি বস্তুর যথার্থ তাপমাত্রা (T) ও সেই বস্তুর কৃষ্ণবস্তু তাপমাত্রার (T_b) মধ্যে পার্থক্য ততই বাড়তে থাকবে, বস্তুটি যতই আদর্শ কৃষ্ণবস্তু থেকে ভিন্ন হতে থাকবে।

3-14(e). পণবিকিরণ পাইরোমিটার *(Full Radiation Pyrometer)*

এই পাইরোমিটারটিকে ফেরির (Fery) বিকিরণ পাইরোমিটার বলা হয়, কারণ, পূর্ণবিকিরণ পাইরোমিটার ফেরি প্রথম ব্যবহার করেন। এই শ্রেণীর পাইরোমিটারে তাপমাত্রা মাপার জন্য তাপযুগ্ম ব্যবহার করা হয়। এই তাপযুগ্ম অবশ্য বিশেষভাবে তৈরি, এতে অনেকগুলি সদৃশ তাপযুগ্ম শ্রেণী-সমবায়ে যুক্ত করে তৈরি করা হয়, যাতে উৎপন্ন তাপতড়িচ্চালক বলের পরিমাণ বৃদ্ধি পায় ও পরিমাপ করার সুবিধা হয়। আলোচনার জন্য এখানে এই পাইরোমিটারের গঠন সরল করে বলা হয়েছে, ব্যবহারিক ক্ষেত্রে গঠনের জটিলতা থাকে। যে বস্তু বা চুল্লির তাপমাত্রা পরিমাপ করতে হবে, তা থেকে বেরিয়ে-আসা বিকিরণ একটি অবতল দর্পণের উপর ফেলা হয়। দর্পণটিকে এগোনো পিছোনো যায়। দর্পণটির ফোকাসে তাপযুগ্মের উষ্ণ প্রান্ত থাকে, এই উষ্ণ প্রান্তটিকে ঘিরে একটি বাক্স থাকে। বাক্সের গায়ে ছিদ্র করা আছে, যাতে দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে বিকিরণ উষ্ণ প্রান্তের উপর পড়তে পারে। তাপযুগ্মের ঠাণ্ডা প্রান্ত এমনভাবে থাকে, যাতে বস্তু বা চুল্লি থেকে নির্গত বিকিরণ এতে এসে না পড়ে। প্রথমত এই জন্য উষ্ণ প্রান্তটি বাক্সের ভিতরে রাখা হয়। তাছাড়া একটি পাতের দ্বারা ঠাণ্ডা প্রান্তটিকে ঘিরে রাখা হয়। অবতল দর্পণটিকে ঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণ করে দর্পণে প্রতিফলিত বিকিরণ উষ্ণ প্রান্তের উপর ফেলা হয়, অর্থাৎ দর্পণ M-কে এগিয়ে-পিছিয়ে উষ্ণ প্রান্তকে দর্পণের ফোকাসে আনা হয়। তাপযুগ্মে উৎপন্ন তড়িচ্চালক বল একটি মিলি ভোল্টমিটারের সাহায্যে মাপা হয়ে থাকে। সমগ্র যন্ত্রটি এমনভাবে তৈরি করা হয়, যাতে পরিমাপিত তাপমাত্রা পাইরোমিটার থেকে চুল্লি বা বস্তুর দূরত্বের উপর নির্ভর না করে।

ধরা যাক, চুল্লির তাপমাত্রা T_h ও তাপযুগ্মের শীতল প্রান্তের তাপমাত্রা T_c, তাহলে স্টীফান সূত্র ও তাপযুগ্মের সমীকরণ থেকে পাই

$$E = a\,(T_h^4 - T_c^4) \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (3.26)$$

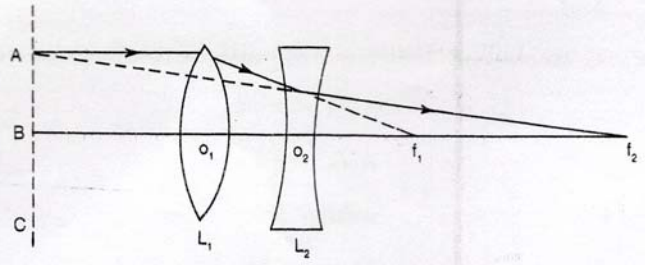
এই সমীকরণে 'a' একটি ধ্রুবক, যার মান স্টীফানের ধ্রুবক ও তাপযুগ্মের গঠনের উপর নির্ভরশীল। সাধারণভাবে এই পাইরোমিটার দিয়ে অপেক্ষাকৃত উষ্ণ বস্তু, যেমন— চুল্লির তাপমাত্রা মাপা হয় এবং স্বাভাবিকভাবেই $T_h >> T_c$ এবং এক্ষেত্রে আমরা লিখতে পারি

$$E = a\,T_h^4 \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (3.27)$$

প্রকৃত পরীক্ষার ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত শর্তটি পালন না করলে তাপমাত্রার প্রাপ্ত মান সঠিক মান থেকে অনেক বেশী আলাদা হয়ে যাবে। শর্তটি হল, যে-বস্তুর তাপমাত্রা নির্ণয় করতে হবে তার থেকে পাইরোমিটারটির দূরত্ব খুব বেশী হওয়া চলবে না ও বস্তুটি অপেক্ষাকৃত বড় হতে হবে।

উপরের শর্ত পূরণ না হলে দর্পণ বস্তুটির যে প্রতিবিম্ব উষ্ণ প্রান্তের উপর তৈরি করবে, তার মাপ খুব ছোট হয়ে যাবে ও তাপমাত্রার মান ভুল হবে। প্রকৃতপক্ষে এই প্রতিবিম্ব বাক্সের যে-ছিদ্রের দ্বারা বিকিরণ উষ্ণ প্রান্তে পড়বে, তার তুলনায় অনেকটা বড় হতে হবে। এই পাইরোমিটারের দ্বারা পরিমাপিত তাপমাত্রা যেহেতু স্টীফান সূত্রের উপর নির্ভর করে তাই বস্তু বা চুল্লির প্রকৃত তাপমাত্রা থেকে কম হবে। প্রকৃত তাপমাত্রা পেতে গেলে উপযুক্ত সংশোধনের প্রয়োজন। শীতল ও উষ্ণ প্রান্ত-দুটি, যে বন্ধনী-স্ক্রুতে লাগানো থাকে, তাদের মধ্যে পরিবহণের দ্বারা তাপ চলাচল করলে পরিমাপিত তাপমাত্রা ত্রুটিযুক্ত হবে।

নয়; কারণ, ক্যামেরাটি অনেক বড় হতে হবে। একটি উত্তল ও একটি অবতল লেন্সের সাহায্যে হয়, যাতে 180° দৃষ্টিক্ষেত্রের (field of view)



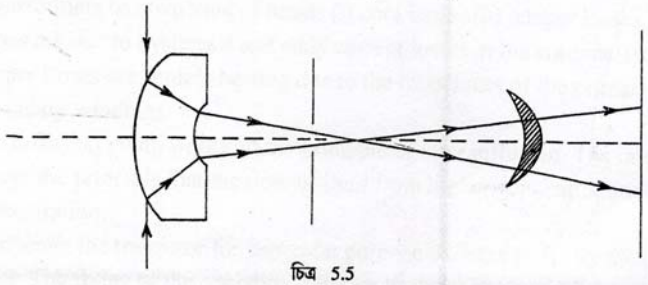
চিত্র 5.4

একটি লেন্স সিস্টেম তৈরি করা হয়, যার কার্যকরী ফোকাস-দূরত্ব উত্তল লেন্সের ফোকাস-দূরত্ব থেকে অনেক বেশি হয় ও এই ফোকাস-দূরত্ব অবতল লেন্সের অবস্থান পাল্টে পরিবর্তন করা যায়। এখানে লক্ষ্য রাখা দরকার, উত্তল এবং অবতল লেন্স-দুটি একটি করে লেন্স সিস্টেম, যাদের গঠন এমনভাবে করা হয়েছে, যাতে দুটি সিস্টেমই ক্রোমাটিক ও জাইডেল অপেরণ মুক্ত। চিত্রে (5.4) এই সিস্টেমটি দেখানো হয়েছে। অবতল লেন্সটিকে উত্তল লেন্স থেকে এগিয়ে নিয়ে গেলে কার্যকরী ফোকাস-দূরত্ব আরও বাড়বে ও প্রতিবিম্ব বড় হবে। চিত্রটিকে ভালোভাবে দেখলে বোঝা যায়, এই লেন্স সিস্টেমটির কার্যকরী ফোকাস-দূরত্ব cf_2। টেলিফটো লেন্স সাংবাদিক ও ফটোগ্রাফারেরা সব সময় ব্যবহার করে থাকে।

5-15. ওয়াইড অ্যাঙ্গেল ও জুম লেন্স (Wide Angle and Zoom Lens)

ওয়াইড অ্যাঙ্গেল লেন্স বিশেষভাবে তৈরি করা মধ্যে সকল বস্তুর ছবি তোলা সম্ভব হয়। এই লেন্সও প্রকৃতপক্ষে লেন্সসমষ্টি এবং ক্রোমাটিক ও জাইডেল অপেরণ মুক্ত। এই লেন্সের ফোকাস-দূরত্ব ফিল্মের নেগেটিভের কর্ণ (diagonal) থেকে কম হয়। এই ধরনের লেন্সকে ফিস্-আই লেন্স (fish eye lens) বা স্কাই লেন্স (sky lens) বলা হয়। চিত্রে (5.5) একটি স্কাই লেন্স দেখানো হয়েছে।

একটি জুম লেন্স একাধিক লেন্সের সমন্বয়ে তৈরি করা হয়, যাতে লেন্সটি ত্রুটিমুক্ত হয় এবং এই সিস্টেমটির ফোকাস-দূরত্ব ইচ্ছামতো পরিবর্তন করা যায়; অর্থাৎ, প্রতিবিম্বের বিবর্ধন কমানো বা বাড়ানো সম্ভব। আধুনিক টেলিফটো লেন্সের ফোকাস-দূরত্ব পরিবর্তন করা যায় না, অর্থাৎ, টেলিফটো লেন্স ব্যবহার করলে সবসময় বর্ধিত প্রতিবিম্ব পাওয়া যায়। জুম লেন্সের সুবিধা হল, বিবর্ধন কমানো বা বাড়ানো—দুটোই সম্ভব।



চিত্র 5.5