7-9 REACTANCIA CAPACITIVA.

Puesto que un condensador difiere de una resistencia pura en que almacena energía electrostática, su efecto se llama reactancia capacitiva. Y se calcula por medio de la ecuación:

$$X_c = \frac{1}{2\pi f c} \qquad (14)$$

donde:

X_c = reactancia capacitiva (Ω)

f = frecuencia (cps)

c = capacitancia (faradios)

7-10 CIRCUITO RLC.

Todos los dispositivos eléctricos conectados a una fuente de fem alterna contienen una cierta cantidad de *resistencia*, *inductancia* y capacitancia.

Si la inductancia y capacitancia totales del circuito son pequeñas comparadas con la resistencia, se puede aplicar la ley de Ohm para encontrar la corriente en las distintas partes.

Si la inductancia y la capacitancia no son relativamente pequeñas, introducirán diferencias de fase o retardos entre la corriente y el voltaje, así que no se podrá aplicar la ley de Ohm de modo ordinario.

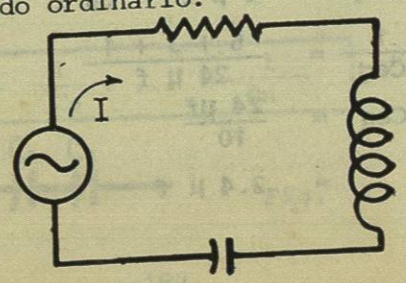

Fig. 9-A.

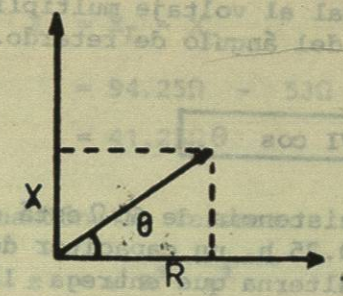

Fig. 9.

Tendremos primero que calcular lo que se llama

Reactancia

$$X = X_L - X_c \qquad (15)$$

Luego se calculará la impedancia Z.

$$Z = \sqrt{R^2 + x^2} \qquad (16)$$

Y ahora sí se podrá calcular la corriente (I) por medio de la ecuación:

$$I = V/Z \qquad (17)$$

El valor del retraso o adelanto de la corriente de electrones se deduce del ángulo de fase θ, donde θ está dado por:

$$\theta = Tg^{-1} \frac{X}{R} \qquad (18)$$

Si la reactancia inductiva X_L es mayor que la reactancia capacitiva X_c, la corriente fluirá retrasada del voltaje recibido.

Y si la reactancia capacitiva X_c es mayor que la reactancia inductiva X_L, la corriente se adelantará al voltaje.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

La potencia media suminstrada en cualquier circuito de corriente alterna es igual al voltaje multiplicado por la corriente y por el coseno del ángulo de retardo. Representada algebráicamente:

$$\boxed{P = VI \cos \theta} \qquad (19)$$

Ejemplo 9. Una resistencia de 60 Ω está conectada en serie con un inductor de 0.25 h, un capacitor de 50 μ f y un generador de corriente alterna que entrega 110 voltios a 60 cps. Encontrar a) La reactancia, b) la impedancia, c) la corriente en el circuito, d) el factor de potencia y e) la potencia.

Solución:

Para calcular la reactancia necesitamos: la reactancia inductiva y la reactancia capacitiva. Con las ecuaciones 2 y 13.

$$X_L = 2\ \pi f\ L$$
$$= 2 \times 3.14 \times 60\text{cps} \times 0.25\ \text{h}$$
$$= 94.25\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\ \pi\ fc}$$
$$= \frac{1}{2 \times 3.14 \times 60\ \text{cps} \times 50 \times 10^{-6}\ f}$$
$$= \frac{1}{1.884 \times 10^{-2}\ f}$$
$$= .53 \times 10^{2}\ \Omega$$
$$= 53\ \Omega$$

a) Por la ecuación 14, tenemos:

$$X = X_L - X_C$$
$$= 94.25\Omega - 53\Omega$$
$$= 41.25\Omega$$

b) Por la ecuación 15, tenemos:

$$z = \sqrt{R^2 + x^2}$$
$$= \sqrt{(60\ \Omega)^2 + (41.25\ \Omega)^2}$$
$$= \sqrt{5301.56\Omega^2}$$
$$= 72.81\Omega$$

c) Por la ecuación 16, tenemos:

$$I = V/Z$$
$$= \frac{110\ V}{72.81\Omega}$$
$$= 1.51\ A.$$

d) Ahora necesitamos el ángulo de desfazamiento, y esto lo podemos calcular con la ecuación 17:

$$\theta = Tg^{-1}\ \frac{x}{R}$$
$$= Tg^{-1}\ \frac{41.25}{60}$$
$$= Tg^{-1}\ 0.6875$$
$$= 34.51°$$

El factor de potencia $= \cos \theta$
$= 0.82$

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

e) Por la ecuación 18, tenemos:

$$P = VI \cos \theta$$
$$= 110 \text{ voltios} \times 1.51A \times 0.82$$
$$= 136.2 \text{ vatios.}$$

7-11 DIODO O TUBO RECTIFICADOR DE VACÍO.

Cuando observamos el esquema de los circuitos de un televisor, un "estéreo", vemos que existen un conjunto de símbolos que nos representan resistores, capacitores, inductores, transformadores, antenas, alambres, interruptores, micrófonos y bocinas (altavoces), además se incluyen tubos de vacío, que no conocemos.

Los circuitos son complicados, pero las reglas de Kirchhoff se aplican igual que en los circuitos sencillos, lo mismo que la ley de Ohm y la fórmula de la potencia.

Lo más importante de todo, es que ya sabemos lo que son los electrones y por qué fluyen en los circuitos y cómo se comportan en los resistores, inductores, y capacitores. Cuando se logre conocer su comportamiento en el vacío, se verá que los circuitos electrónicos, como los otros circuitos, -- pueden comprenderse a base de los fundamentos de la física.

El *diodo* consiste de un bulbo de vidrio con vacío elevado, dentro de él existe un *filamento de alambre* que se calienta eléctricamente hasta la incandescencia. Rodeando el filamento y conectado al exterior a través de la base del tubo, está una *placa cilíndrica* . Cuando se calienta el filamento hasta la incandescencia, emite grandes cantidades de electrones, es decir, una *emisión termoiónica* que se debe a la alta temperatura y no a la corriente eléctrica. A los electrones emitidos por la superficie del metal se les llama *termoelectrones*.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

En los tubos de vacío y de descarga en gases, a la fuente de electrones se le llama *cátodo* y se representa con la letra K. Al ser emitidos los electrones por un cátodo caliente, dentro de un tubo de vacío, dicho electrodo pierde cargas negativas y, en consecuencia queda positivamente cargado. Esto puede superarse conectando al cátodo, una fuente de electrones libres para reemplazar a los emitidos, conectándolo en el negativo.

Los electrones emitidos pueden formar una corriente en un tubo de vacío pero para ello, otro electrodo en el tubo de vacío, llamado *ánodo o placa* y esta se conecta a la terminal positiva de la fuente. Los electrones son atraídos del cátodo al ánodo, creándose una corriente dentro del tubo.

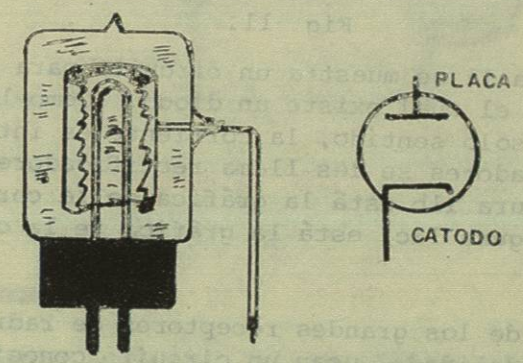

Fig. 10.

El diodo en sí, sólo puede conducir electrones desde el cátodo a la placa y puede actuar como un *rectificador de media onda* . Por ello su uso más importante es transformar la corriente alterna en corriente contínua o directa. Esta conversión es necesaria para el funcionamiento de muchos aparatos modernos.

La mayor parte de la energía eléctrica comercial es corriente alterna, pero se necesita la corriente contínua para: procesos químicos, carga de acumuladores, circuitos telefónicos, sistemas públicos de audición, receptores de radio, televisión, etc.

A la conversión de corriente alterna en corriente directa se llama *rectificación* ; y a los diodos usados con este fin, se les llama tubos rectificadores.

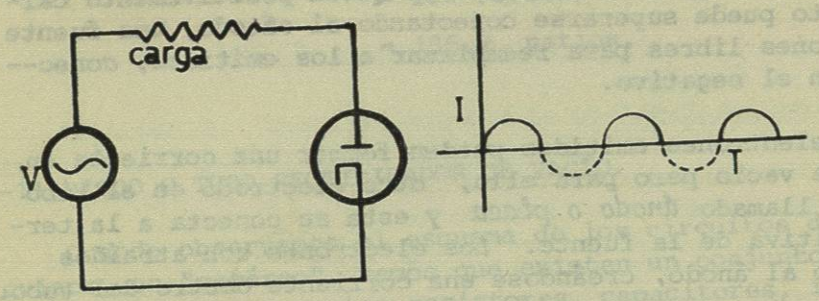

Fig. 11.

En la figura 11 se muestra un circuito para accionar un aparato, y en el cual existe un diodo. Como los electrones pasan en un solo sentido, la corriente es intermitente. A estos rectificadores se les llama rectificadores de media onda. En la figura 11b está la gráfica de la corriente alterna y en la figura 11c está la gráfica de la corriente ya rectificada.

La mayoría de los grandes receptores de radio y de sistemas de alta fidelidad, usan un circuito conocido como *rectificador de onda completa* .

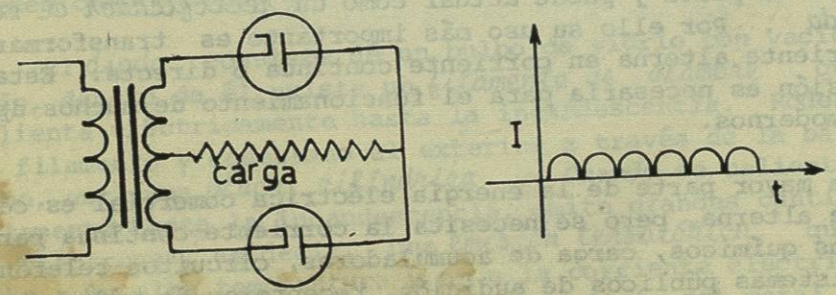

Fig. 12.

En el se usan 2 diodos, como se muestran en la figura 12, uno deja pasar medio ciclo de la onda de entrada de corriente alterna, y el otro deja pasar la otra media onda.

Para que no quede tan irregular la corriente directa, se usa el *circuito de filtro* , que por lo regular es un capacitador conectado en paralelo con el aparato.

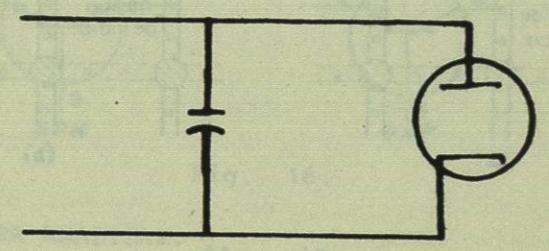

Fig. 13.

7-12 TRANSISTORES.

En el capítulo anterior, se mencionó a los materiales semiconductores. Aunque existen cientos, dos son los más importantes: el germanio y el silicio.

La corriente en un semiconductor sólido es el resultado del movimiento de electrones y cargas positivas (agujeros). Agregando una impureza seleccionada a los elementos semiconductores de germanio y silicio podemos controlar los tipos y densidades de las cargas. Estas impurezas se agregan en cantidades controladas para el semiconductor altamente puro. Las impurezas son tomadas de los elementos del grupo III de la tabla periódica, con 3 valencia, tales como el boro, galio, indio, o elementos del grupo V, tales como el fósforo, arsénico o antimonio.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

Las impurezas son agregadas en razón de un átomo de impurezas por 10^6 hasta 10^{10} de átomos de semiconductor.

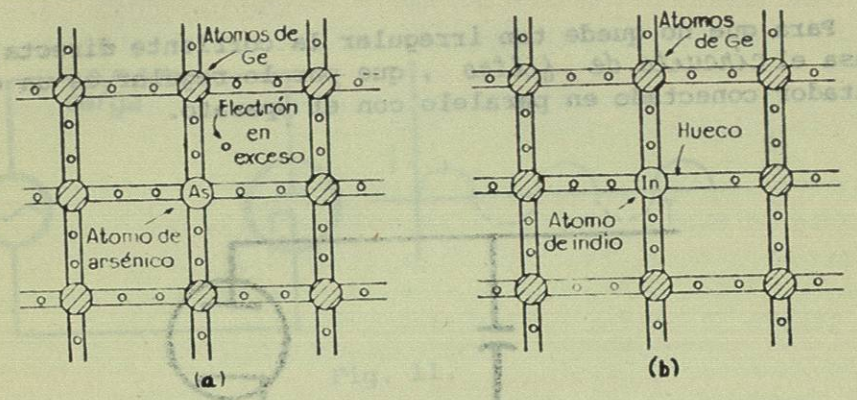

Fig. 14.

El átomo de arsénico dona un electrón y es llamado átomo *donador* y el material con impurezas de arsénico se le llama material tipo N.

Los átomos del grupo III son *aceptadores* de electrones y forman el material tipo P. Al unir un semiconductor tipo P con un semiconductor tipo N, podemos formar un circuito con las propiedades de un rectificador de media onda.

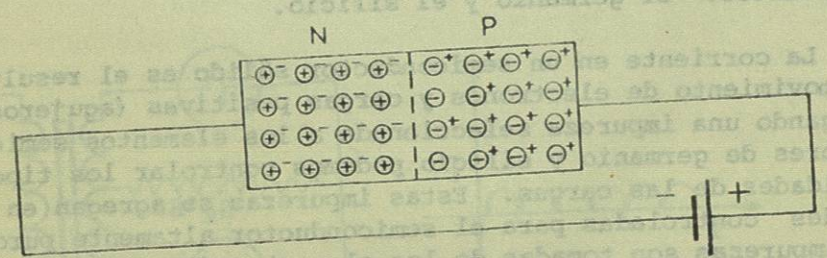

Fig. 15

Existen dos tipos de transistores, formados con estos materiales: el transistor tipo PNP y el NPN. Cada uno con su parte *emisora*, *colectora* y base, según se muestran en la figura 16, estando abajo el símbolo que se emplea en cada uno de ellos.

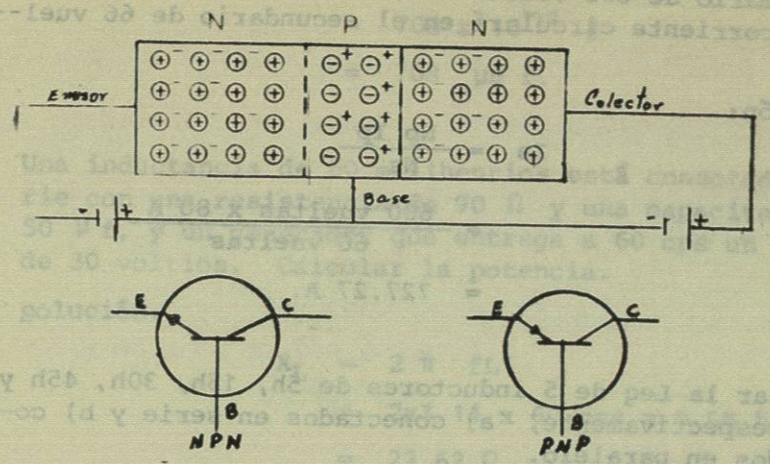

Fig. 16.

PROBLEMAS PARA ANALIZAR.

1.- Un inductor de 0.03 h está conectado a una línea de 50 cps de corriente alterna. Calcular la resistencia inductiva.

Solución:

$$X_L = 2\ \pi f\ L$$
$$= 2 \times 3.14 \times 50 \text{ cps} \times 0.03 \text{ h}$$
$$= 9.42\ \Omega.$$

2.- Un transformador reductor tiene 500 vueltas en la bobina primaria y 200 vueltas en la bobina secundaria. Si el primario esta conectado a una línea de 220 voltios de corriente alterna. Calcular el voltaje en el secundario.

Solución:

$$Es = \frac{Ep\ Ns}{Np}$$
$$= \frac{220 \times 200 \text{ vueltas}}{500 \text{ vueltas}}$$
$$= 88 V.$$

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

3.- Un primario de 600 vueltas tiene una corriente de 80 A. ¿Qué corriente circulará en el secundario de 66 vueltas?

Solución:

$$Is = \frac{Np\ Ip}{Ns}$$

$$= \frac{600 \text{ vueltas} \times 80 \text{ A}}{66 \text{ vueltas}}$$

$$= 727.27 \text{ A.}$$

4.- Calcular la Leq de 5 inductores de 5h, 15h, 30h, 45h y 60h. respectivamente, a) conectados en serie y b) conectados en paralelo.

Solución:

a) $$Leq = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$$

$$= 5h + 15h + 30h + 45h + 60h$$

$$= 155h.$$

b) $$\frac{1}{Leq} = \frac{1}{5h} + \frac{1}{15h} + \frac{1}{30h} + \frac{1}{45h} + \frac{1}{60h}$$

$$\frac{1}{Leq} = \frac{36 + 12 + 6 + 4 + 3}{180h}$$

$$Leq = 180h/61$$

$$= 2.95 \text{ h.}$$

5.- Dos placas planas de metal de 40 cm x 100 cm están montadas paralelas entre sí y separadas 1 cm. Encontrar la capacidad cuando están sumergidas en aceite de k=2.

Solución:

$$C = E_o k \frac{A}{d}$$

$$= 8.85 \times 10^{-12} \times 2 \times \frac{.4m \times 1\ m}{1 \times 10^{-2}\ m}$$

$$= 7.08 \times 10^{-10}\ f$$

$$= 708 \times 10^{-12}\ f$$

$$= 708\ \mu\mu f.$$

6.- Una inductancia de 60 milihenrios está conectado en serie con una resistencia de 90 Ω y una capacitancia de 50 μ f, y un generador que entrega a 60 cps un voltaje de 30 voltios. Calcular la potencia.

Solución:

$$X_L = 2\pi\ fL$$

$$= 2 \times 3.14 \times 60 \text{ cps} \times 0.06 \text{ h.}$$

$$= 22.62\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f c}$$

$$= \frac{1}{2 \times 3.14 \times 60 \text{ cps} \times 50 \times 10^{-6}\ f}$$

$$= 53\ \Omega$$

$$X = X_L - X_C$$

$$= 22.62\ \Omega - 53\ \Omega$$

$$= -30.38\ \Omega$$

$$z = \sqrt{R^2 + x^2}$$

$$= \sqrt{(90\ \Omega)^2 + (-30.38\ \Omega)^2}$$

$$= \sqrt{9022.94\ \Omega^2}$$

$$= 94.99\ \Omega$$

$$I = V/z$$

$$= \frac{30\ V}{94.99\ \Omega}$$

$$= 0.316\ A.$$

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

$$Tg\ \theta = \frac{x}{R}$$

$$= \frac{-30.38\ \Omega}{90\ \Omega}$$

$$= -0.337$$

$$\theta = -18.65°$$

$$P = VI \cos \theta$$

$$= 30V \times 0.316A \times \cos(-18.65°)$$

$$= 8.98 \text{ vatios.}$$

AUTOEVALUACIÓN DEL CAPÍTULO VII.

1.- Una inductancia de 60 μh se conecta a la línea a) de 60 cps, b) de 100 cps, c) de 1000 cps. Calcular la reactancia inductiva en cada una de ellas.
{a) 0.0266 , b) 0.0377 , c) 0.377}

2.- Una inductancia de 50 milihenrios se conecta a la línea de 60 cps. Calcular la reactancia inductiva.
{X_L = 18.85 Ω}

3.- Un condensador de 6 f conectado a la línea de 60 cps. Calcular la reactancia capacitiva.
{X_C= 442 Ω}

4.- Una capacidad de 120 μf está conectado a la línea de 60 cps. Calcular la reactancia capacitiva.
{X_C= 22.1 Ω}

5.- Un secundario de un transformador reductor tiene 50 vueltas de alambre y el primario está conectado a la línea de 110 voltios. ¿Cuántas vueltas tendrá el primario si el secundario entrega 2.5 voltios en sus terminales de salida?
{a) N_P= 312 vueltas, b) I_P= 769.23 mA}

6.- Un transformador elevador tiene el primario conectado a una línea de 208 voltios, c:a. El secundario con 12000 vueltas entrega 8000 voltios y una corriente de 20 milia-mp. a) Calcular el número de vueltas en el primario y b) La corriente que toma la línea.{a) N_P= 312 vueltas, b) I_P= 769.23 mA}

7.- Se conectan 6 inductancias de 8 μ h a) en paralelo y b) en serie. Calcular la inductancia equivalente para los dos casos. {a) Leq= 1.33μh, b) Leq= 48μh}

8.- Calcular la inductancia equivalente del circuito de la figura 17. {Leq= 21.63h}

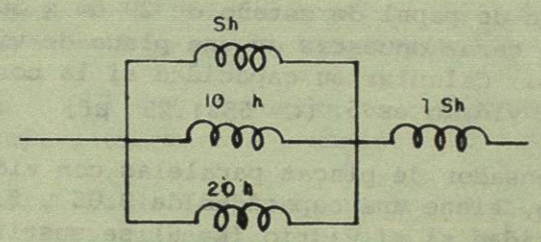

Fig. 17.

9.- Calcular la capacitancia equivalente del circuito de la figura 18. {Ceq= 50 f}

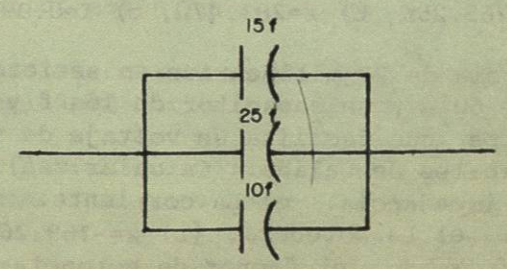

Fig. 18.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

10.- Calcular la capacidad equivalente del circuito de la figura 19. {Ceq = 20μf}

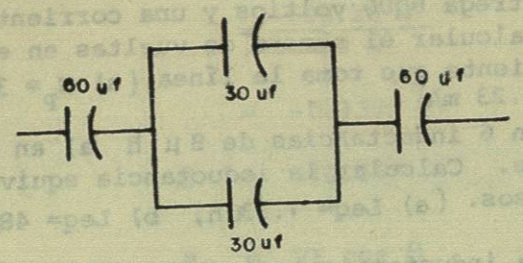

Fig. 19.

11.- Dos hojas de papel de estaño de 20 cm x 50 cm están pegadas a las caras opuestas de una placa de vidrio de 0.8 mm de grueso. Calcular su capacidad si la constante dieléctrica del vidrio es 5. {C= 5531.25 μf}

12.- Un condensador de placas paralelas con vidrio como dieléctrico, tiene una capacidad de 0.05 μ f. ¿Cuál será su capacidad si el vidrio (k= 8) se sustituye por mica (k=3). {C= 0.01875 μf}

13.- Una capacidad de 15 μ f en serie con una resistencia de 100 Ω está conectada a un generador de 40 ciclos que suministra un voltaje de 27V en sus terminales de salida. Calcular: a) La reactancia capacitiva. b) La impedancia. c) La corriente en el circuito. d) La potencia. {a) X_C=265.25Ω, b) z=283.47Ω, c) I=0.095A, d) P=0.9w}

14.- Una inductancia de 20 milihenrios en serie con una resistencia de 60 Ω y un capacitor de 15 μ f y un generador de 60 cps que facilita un voltaje de 48 voltios en sus terminales de salida. Calcular: a) La reactancia. b) La impedancia. c) La corriente. d) El factor de potencia. e) La potencia. {a) x=-169.26Ω, b) z=179.58Ω, c) I=0.267 A, d) factor de potencia= 0.334, d) P= 4.28 w}

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

2o. SEMESTRE. ÁREA I. UNIDAD XV

Desde principios del siglo pasado los adelantos se producen a paso de gigante. El conocimiento y dominio de la electricidad, de los fenómenos magnéticos y químicos conduce directamente al desentrañamiento del átomo y a la energía.

OBJETIVOS.

1.- Explicar ampliamente en qué consiste la diferencia entre ondas transversales y ondas longitudinales.

2.- Identificar a qué tipo de ondas corresponden las ondas de: luz, radio, televisión y sonido.

3.- Mencionar el tipo de lentes que nos sirven para: 1) dispersar los rayos luminosos de un solo punto y 2) concentrar los rayos luminosos en un solo punto. Mencionar, por lo menos, dos ejemplos de cada uno.

4.- Calcular la potencia consumida en un circuito similar al de tu casa, conociendo el voltaje del circuito y la corriente que pasa por cada uno de los aparatos que se marcan en el circuito (T.V., radio, refrigerador, focos, etc.) cuando están funcionando.

5.- Determinar el consumo de energía, conociendo el funcionamiento del "medidor" en tu casa.

6.- Explicar las características de las teorías ondulatoria y cuántica.

7.- Definir:

a) Principio de incertidumbre.
b) Principio de máxima multiplicidad.