5.6 Regla de los puntos para bobinas con acoplamiento magnético

La polaridad relativa en el caso de tensiones de inducción mutua se puede determinar partiendo de esquemas del núcleo en el que se vean los sentidos de los devanados, pero éste no es un método práctico. Para simplificar la representación esquemática de circuitos con acoplamiento magnético se señalan los terminales con puntos (figura 11.35).

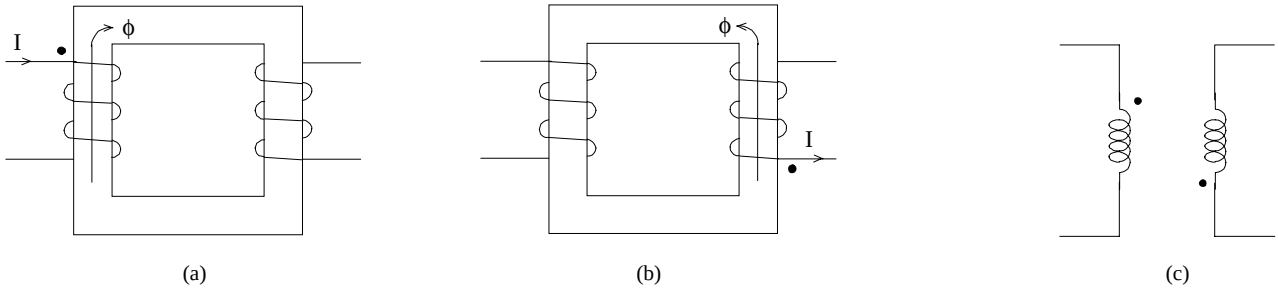

Fig. 11.35

En cada bobina se marca un punto en los terminales que tienen la misma polaridad instantánea, considerando solamente la inducción mutua. Por tanto, para aplicar esta notación hay que saber a qué terminal de las bobinas se asigna el punto. Hay que determinar, además, el signo asociado con la tensión en la inducción mutua cuando se escriben las ecuaciones en las corrientes de malla.

Para asignar los puntos a un par de bobinas acopladas se elige un sentido para la corriente en una de ellas y se coloca un punto en el terminal por el que la corriente entra en el arrollamiento. Aplicando la regla de la mano derecha se determina el flujo correspondiente. Ahora, en la segunda bobina (figura 11.35b), según la ley de Lenz, el flujo ha de oponerse al creado por la variación de la corriente. Utilizando nuevamente la regla de la mano derecha se determina el sentido de la corriente natural, colocando el otro punto en el terminal por el que dicha corriente sale del arrollamiento. No es preciso, pues, dibujar los núcleos y el diagrama queda como indica la figura 11.35c.

Para determinar el signo de la tensión de inducción mutua en las ecuaciones de las corrientes de malla se utiliza la regla de los puntos, que dice:

1. Si las dos corrientes supuestas, entran o salen de las bobinas acopladas por los terminales con punto, los signos de los términos en *M* son los mismos que los de los términos en *L*.
1. Si una corriente entra por un terminal con punto y la otra sale por el otro terminal con punto, los signos de los términos en *M* son opuestos a los de los términos en *L*.

La figura 11.36 (a) y (b) muestra cuando los signos de los términos en M y en L son opuestos. En las figuras (c) y (d) se representan los casos en los que dichos signos son iguales.

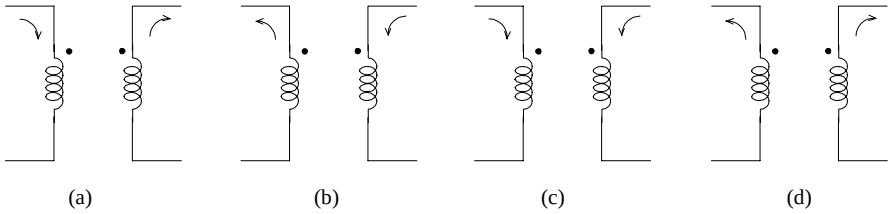

Fig. 11.36

Veamos otro ejemplo de las polaridades relativas en relación con los circuitos con acoplamiento mutuo; consideremos el circuito de la figura 11.37, en el que se han señalado los puntos y elegidas las corrientes en la forma representada. Puesto que una corriente entra por un terminal con punto y la otra sale por el punto, el signo de los términos en *M* son opuestos a los de *L*. Para este circuito, el sistema de ecuaciones de malla, expresado en forma matricial, es:

$$\begin{pmatrix} \overline{Z}_{11} & -j\omega M \\ -j\omega M & \overline{Z}_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \overline{I}_1 \\ \overline{I}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \overline{V}_1 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad (21)$$

En la figura 11.38 aparece un circuito simple con acoplamiento conductivo de dos mallas, indicándose los terminales positivos. El sistema de ecuaciones de las corrientes de malla, expresado en forma matricial, es:

$$\begin{pmatrix} \overline{Z}_{11} & -\overline{Z} \\ -\overline{Z} & \overline{Z}_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \overline{I}_1 \\ \overline{I}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \overline{V}_1 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad (22)$$

La impedancia $\overline{Z}$ común a varias corrientes tiene signo negativo, ya que las intensidades $\overline{I}_1$, e $\overline{I}_2$ la recorren en sentidos contrarios.

Prescindiendo del interior de los recuadros, en las figuras 11.37 y 11.38, ambos circuitos tienen el mismo aspecto, salvo en los puntos en uno y los signos en el otro. Comparando los sistemas de ecuaciones (21) y (22) se ve como el signo negativo de $j\omega M$ corresponde con el de $\overline{Z}$.

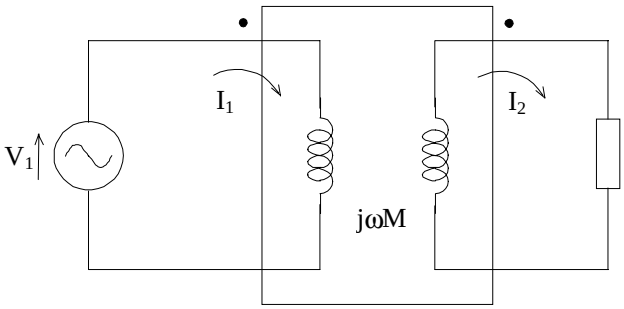

Fig. 11.37

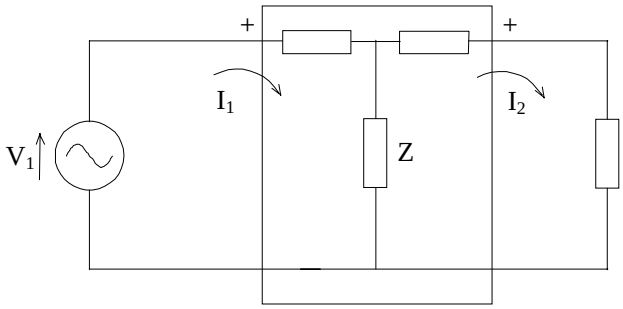

Fig. 11.38