la red de dos pares de terminales como:

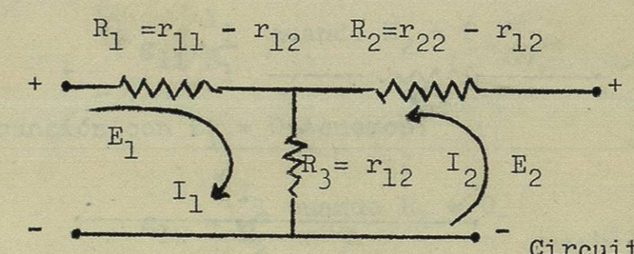
$$E_1 = r_{11}I_1 + r_{12}\,I_2 \qquad (5\text{-}6)$$

$$E_2 = r_{12}I_1 + r_{22}\,I_2 \qquad (5\text{-}7)$$

Usualmente los parámetros "r" se obtienen directamente por el cálculo de las ecuaciones (5-5).

Las tres constantes r_{11}, r_{12} y r_{22} describen completamente la red para cualquier tipo de excitación.

Cuando la red es resistiva, la ecuación representa una red de tres resistencias como se muestra en la figura 5.3.



Circuito equivalente T de dos pares de terminales

FIGURA 5.3

De las ecuaciones encontramos que la resistencia mutua R_3 entre las dos mallas en la red es igual a r_{12}

$$R_3 = r_{12} \qquad (5\text{-}8)$$

La resistencia total de la malla 1 es r_{11} entonces:

$$R_1 = r_{11} - r_{12} \qquad (5\text{-}9)$$

Y simultáneamente:

$$R_2 = r_{22} - r_{12} \qquad (5\text{-}10)$$

Un valor negativo de R resulta yá si el voltaje de salida es opuesto en polaridad al voltaje de entrada, y un valor negativo de R_1 o R_2 ocurre cuando r_{12} es mayor que r_{11} o r_{22}.

El circuito equivalente T no es el más general para redes pasivas de dos pares de terminales como se verá más adelante.

PARAMETROS "g".

Si los voltajes son las excitaciones en la figura 5.3 y -- las corrientes son la respuesta, por medio del teorema de superposición, podemos escribir:

$$I_1 = g_{11} E_1 + g_{12} E_2 \qquad (5\text{-}11)$$

$$I_2 = g_{21} E_1 + g_{22} E_2 \qquad (5\text{-}12)$$

donde los parámetros g son coeficientes de proporcionalidad entre la fuente individual y las respuestas individuales dadas -- por:

de la ecuación (5-11), con $E_2 = 0$, tenemos:

$$g_{11} = \frac{I_1}{E_1} \text{ cuando } E_2 = 0 \qquad (5\text{-}13a)$$

De la misma ecuación con $E_1 = 0$ tenemos:

$$g_{12} = \frac{I_1}{E_2} \text{ cuando } E_1 = 0 \qquad (5\text{-}13b)$$

De la ecuación (5-12) y con $E_2 = 0$ tenemos:

$$g_{21} = \frac{I_2}{E_1} \text{ cuando } E_2 = 0 \qquad (5\text{-}13c)$$

De la misma ecuación con $E_1 = 0$ tenemos:

$$g_{22} = \frac{I_2}{E_2} \text{ cuando } E_1 = 0 \qquad (5\text{-}13d)$$

La constante g_{11} es la admitancia de entrada de la red, -- con un corto circuito en el par de terminales de salida, similarmente g_{12} es la admitancia en el par de terminales de salida La constante g_{12} es la corriente producida en la entrada por -- voltio aplicado en la salida, la g_{21} es la corriente producida- en la salida, por voltio en la entrada. Por el teorema de reciprocidad estas dos cantidades, son iguales:

$$g_{12} = g_{21} \qquad (5\text{-}14)$$

Como un resultado de la ecuación (5-14), la relación de la Ley de Ohm de la ecuación (5-11 y 12), puede ser simplificada:

$$I_1 = g_{11} E_1 + g_{12} E_2 \qquad (5\text{-}15)$$

$$I_2 = g_{12} E_1 + g_{22} E_2 \qquad (5\text{-}16)$$

Las ecuaciones (5-15 y 16) representan una forma alternativa de las ecuaciones volt-ampere de una red de dos pares de terminales dadas en la ecuación (5-6 y 7). El circuito equivalente (▽) de la figura (5-4) representa las ecuaciones (5-15 y 16).

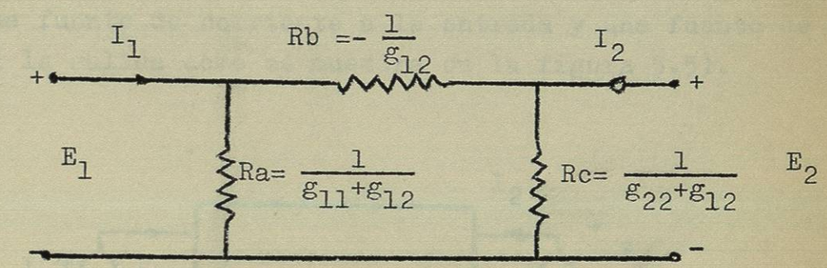


FIGURA 5.4

De la ecuación, la conductancia mutua es g_{12}, y entonces la resistencia R_b entre los dos nodos es:

$$R_b = -\frac{1}{g_{12}} \qquad (5\text{-}17)$$

El signo negativo viene dado por la dirección asignada a I_2. La conductancia total del nodo 1 es g_{11}. La conductancia mutua es menos g_{12} la conductancia en el nodo 1 es por lo tanto $g_{11} + g_{12}$ luego:

$$R_a = \frac{1}{g_{11} + g_{12}} \qquad (5\text{-}18)$$

Similarmente la conductancia total del nodo dos es g_{22} y la conductancia neta es $g_{22} + g_{12}$ entonces R_c será:

$$R_c = \frac{1}{g_{22} + g_{12}} \qquad (5\text{-}19)$$

Este circuito (π) no es más general que el circuito T porque cualquier resistencia dada por las ecuaciones (5-17), (5-18) y (5-19) pueden hacerse negativas, el circuito T y el circuito-(π) son formas generales de los circuitos delta y estrella y estan relacionados por las transformaciones delta y estrella.

PARAMETROS "h".

Los parámetros "r" tienen dimensiones de resistencia y los g de conductancia, otros conjuntos de parámetros son posibles,- entre los cuales los parámetros "h" o híbridos son los más útiles, Para definir los parámetros híbridos, la red se excita por medio de una fuente de corriente a la entrada y una fuente de - voltaje en la salida como se muestra en la figura 5.5).

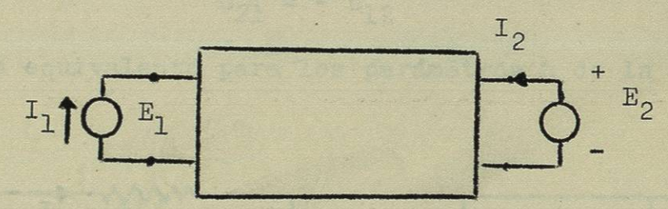


FIGURA 5.5

Por medio del Teorema de superposición podemos escribir:

$$E_1 = h_{11}I_1 + h_{12}E_2 \qquad (5\text{-}20\ a)$$

$$I_2 = h_{21}I_1 + h_{22}E_2 \qquad (5\text{-}20\ b)$$

De donde encontramos que h_{11} de la ecuación (5-20a) con E_2 = a 0

$$h_{11} = \frac{E_1}{I_1} \text{ cuando } E_2 = 0 \qquad (5\text{-}21\ a)$$

$$h_{12} = \frac{E_1}{E_2} \text{ cuando } I_1 = 0 \qquad (5\text{-}21\ b)$$

$$h_{21} = \frac{I_2}{I_1} \text{ cuando } E_2 = 0 \qquad (5\text{-}21\ c)$$