

$$- r_{1k} I_1 - r_{2k} I_2 - r_{3k} I_3 - \dots + r_{kk} I_k = E_k$$

Donde:

r_{11} es la suma de resistencias en la malla 1
 r_{22} " " " " " " " 2
 r_{33} " " " " " " " 3
 r_{kk} " " " " " " " K

r_{12} es la resistencia de unión entre la malla 1 y 2
 r_{13} " " " " " " " 1 y 3
 r_{23} " " " " " " " 2 y 3



FIGURA 3 - 3

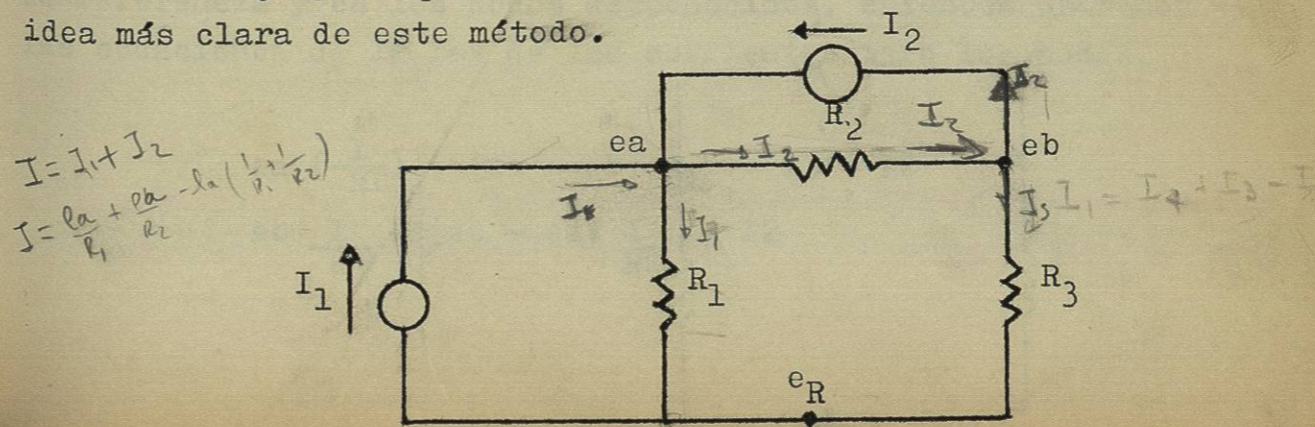
METODOS DE LOS VOLTAJES DE NODO.

El método de los voltajes de nodo consiste en encontrar -- las diferencias de voltaje a que se encuentra cada uno de los -- nodos contenidos en un circuito, para tal propósito es necesario tener una referencia que generalmente es el nodo al cual le lle gan mayor cantidad de elementos.

Por tal motivo se tendrá N-1 incógnitas donde N es el núme ro de nodos reales en el circuito, para utilizar este método se sigue los pasos siguientes:

- a) Primero se relaciona el nodo de referencia y los voltajes de nodo con respecto al referido, ellos serán los desconocidos, luego se escriben las ecuaciones de la ley de las corrientes de Kirchhoff, para cada uno de estos nodos, estas ecuaciones son -- escritas en términos de los voltajes de los nodos.

Los 2 ejemplos que se escriben a continuación nos dan una- idea más clara de este método.



En este circuito existen 2 nodos en donde eR es el nodo -- que se escogió como nodo de referencia, luego la ecuación de -- voltaje de nodo para el nodo desconocido será:

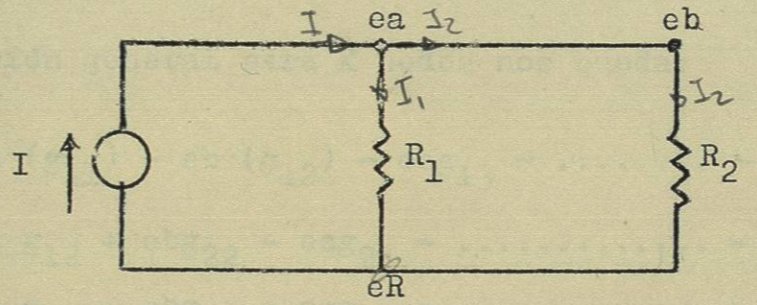
$$ea \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = I$$

como $\frac{1}{R_1} = G_1$ y $\frac{1}{R_2} = G_2$, la ecuación en función de conductancias quedará de la siguiente manera:

$$ea (G_1 + G_2) = I$$

El término del lado izquierdo de la ecuación representa la corriente que fluye a través del nodo de voltaje es, el lado -- derecho de la ecuación representa la fuente de corriente que -- trata de entrar al nodo.

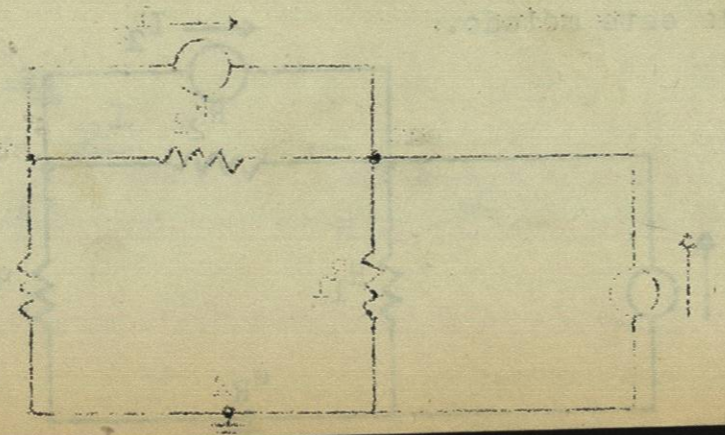
El siguiente ejemplo nos da aún otra idea de como se desa -- rolla un circuito con más de 2 nodos.



En este circuito existen 3 nodos de donde eR es el nodo -- de referencia y ea los nodos desconocidos, entonces usaremos -- las ecuaciones de la ley de las corrientes para los nodos.

$$ea \left(-\frac{1}{R_1} \right) + (ea - eb) \frac{1}{R_2} = I_1 + I_2$$

$$eb \frac{1}{R_3} + (eb - ea) \frac{1}{R_2} = I_2$$



La primera ecuación representa la corriente que fluye a través del nodo, ea, y la segunda ecuación representa la corriente que fluye a través del nodo eb.

Otra interpretación de estas fórmulas es la siguiente:

$$ea \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - eb \left(\frac{1}{R_2} \right) = I_1 + I_2 \quad (1)$$

$$-ea \left(\frac{1}{R_2} \right) + eb \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = + I_2 \quad (2)$$

en donde el primer término de la ecuación I representa la suma de las corrientes que fluyen a través del nodo de voltaje ea, cuando todos los otros nodos de voltaje son iguales a 0 ó conectados al punto de referencia, el coeficiente se multiplica a "ea" es la suma de todas las conductancias que llegan a ese nodo, el segundo término es la corriente que fluye a través del nodo del voltaje "es", cuando a "eb" se le asigna un valor positivo y cuando la a está referida a 0, y los términos del lado derecho de la ecuación son los valores de las fuentes de corriente que entran al nodo.

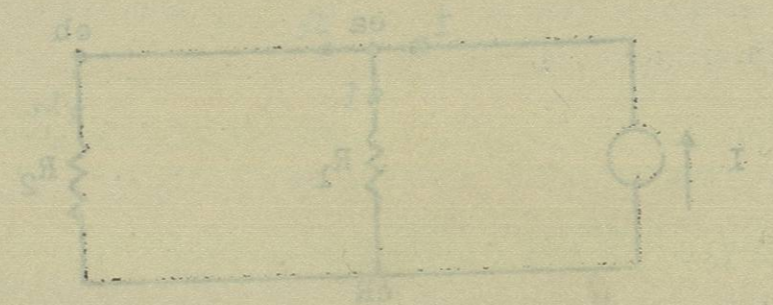
Una vez obtenidas las ecuaciones se pueden resolver, ya sea por el método de simultáneas o también por el método de determinantes.

La ecuación general para K nodos nos queda:

$$\begin{aligned} ea (g_{11}) - eb (g_{12}) - ecg_{13} - \dots - ekg_{1k} &= I_1 \\ -ea g_{12} + ebg_{22} - ecg_{23} - \dots - ekg_{2k} &= I_2 \\ -ea g_{13} - ebg_{23} + ecg_{33} - \dots - ekg_{3k} &= I_3 \\ \cdot &\cdot \\ \cdot &\cdot \\ \cdot &\cdot \\ -ea g_{1k} - ebg_{2k} - ecg_{3k} - \dots + ekg_{kk} &= I_k \end{aligned}$$

Donde:

- g₁₁ es el recíproco de la suma de resistencias en el nodo 1
- g₂₂ " " " " " " " " " " " 2
- g₃₃ " " " " " " " " " " " 3



La primera ecuación representa la corriente que fluye a través del nodo, es, y la segunda ecuación representa la corriente que fluye a través del nodo. Estas interpretaciones de estas fórmulas es la siguiente:

$$(1) \quad \dots = \dots$$

$$(2) \quad \dots = \dots$$

en donde el primer término de la ecuación I representa la suma de las corrientes que fluyen a través del nodo de voltaje, cuando todos los otros nodos de voltaje son iguales a 0. El coeficiente al punto de referencia, el coeficiente es multiplicado "es" es la suma de todas las conductancias que fluyen a ese nodo, el segundo término es la corriente que fluye a través del nodo de voltaje "es", cuando a "es" se le asigna un valor positivo y cuando la está referida a 0, y los términos del lado derecho de la ecuación son los valores de las fuentes de corriente que entran al nodo.

Una vez obtenidas las ecuaciones se pueden resolver, ya sea por el método de simultáneas o también por el método de determinantes.

La ecuación general para K nodos nos queda:

$$\begin{matrix} e_{11} & - & e_{12} & - & e_{13} & - & \dots & - & e_{1K} & = & I_1 \\ - & e_{12} & + & e_{22} & - & e_{23} & - & \dots & - & e_{2K} & = & I_2 \\ - & e_{13} & - & e_{23} & + & e_{33} & - & \dots & - & e_{3K} & = & I_3 \\ & & & & & & & & & & & \vdots \\ - & e_{1K} & - & e_{2K} & - & e_{3K} & - & \dots & + & e_{KK} & = & I_K \end{matrix}$$

e_{11} es el recíproco de la suma de resistencias en el nodo 1
" " " " " " " " " " " " " " " "
" " " " " " " " " " " " " " " "
" " " " " " " " " " " " " " " "

- g_{kk} Es el recíproco de la suma de resistencias en el nodo K
- g_{12} Es el recíproco de la resistencia de unión entre nodo 1 y 2
- g_{23} " " " " " " " " " " " " 2 y 3
- g_{31} " " " " " " " " " " " " 3 y 1

También en estos casos existen configuraciones especiales denominadas "super nodos" que son nodos que se encuentran en la Red creada por fuentes de voltaje.

