5.3. Conversión de cargas en sistemas con hilo neutro

Supóngase un sistema a cuatro hilos, como el de la figura 12.6, en cuyo extremo receptor se conectan cargas adicionales, en triángulo o en estrella con el neutro aislado, en paralelo con la ya representada. Mediante la conversión de dichas cargas adicionales, tal como se analizó en el apartado anterior, el conjunto de las mismas puede sustituirse por un triángulo equivalente o por una estrella equivalente con neutro aislado. En la figura 12.13 se representa el sistema que resulta, con la carga equivalente en estrella.

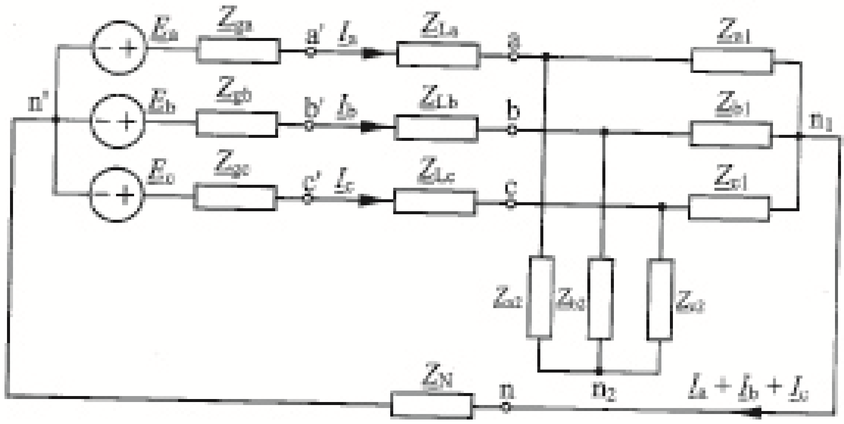

Figura 12.13

En general, los neutros n_1 y n_2 no estarán al mismo potencial y no podrán unirse para obtener fácilmente una estrella equivalente de las dos estrellas, pero siempre es posible obtener la estrella equivalente del multipolo de terminales a, b, c y n constituido por el conjunto de las dos cargas, por el método descrito en el apartado 5.4 del capítulo 7, aunque el resultado será, normalmente, una estrella con acoplamientos entre sus ramas.

Tiene interés analizar el *caso de que las dos cargas sean equilibradas*:

Si el resto del sistema es equilibrado, los neutros n_1 y n_2 están al mismo potencial y por el hilo neutro no pasa corriente. Las dos cargas se componen directamente

ç

y el análisis puede hacerse a partir del equivalente monofásico de la figura 12.7, obtenido en el apartado 4.1.

Si el resto del sistema no es equilibrado, los neutros n_1 y n_2 no tienen porqué estar al mismo potencial. Como las intensidades de fase de la estrella 2 suman cero, al ser equilibrada, las tres tensiones de fase también suman cero, es decir, como ya se ha visto, el potencial del neutro n_2 será el correspondiente al baricentro del triángulo formado por las tensiones de línea. Si circula intensidad por el hilo neutro, las intensidades de fase no suman cero en la estrella 1 y el potencial de n_1 será distinto al de n_2. En este caso, para obtener la estrella equivalente se calcula la matriz de admitancias de nudo del multipolo formado por las dos cargas. Como paso previo, para eliminar el nudo n_2, se pasa la estrella 2 a triángulo. Si se denomina $\underline{Y}_1$ a la admitancia por fase de la estrella 1 e $\underline{Y}_2$ a la admitancia por fase de la estrella 2, la matriz de admitancias de nudo del multipolo, con el nudo n de referencia, es:

$$[Y_{\text{nudo}}] = \begin{bmatrix} \underline{Y}_p & \underline{Y}_m & \underline{Y}_m \\ \underline{Y}_m & \underline{Y}_p & \underline{Y}_m \\ \underline{Y}_m & \underline{Y}_m & \underline{Y}_p \end{bmatrix} \qquad [12.100]$$

con

$$\underline{Y}_p = \underline{Y}_1 + (\,2/3\,).\underline{Y}_2 \qquad [12.101]$$

$$\underline{Y}_m = -\,(\,1/3\,).\underline{Y}_2 \qquad [12.102]$$

Compruébese que la matriz de impedancias de nudo resultante es:

$$[\underline{Z}_{\text{nudo}}] = [\underline{Y}_{\text{nudo}}]^{-1} = \begin{bmatrix} \underline{Z}_p & \underline{Z}_m & \underline{Z}_m \\ \underline{Z}_m & \underline{Z}_p & \underline{Z}_m \\ \underline{Z}_m & \underline{Z}_m & \underline{Z}_p \end{bmatrix} \qquad [12.103]$$

con

$$\underline{Z}_p = (\underline{Y}_p + \underline{Y}_m)/[(\,\underline{Y}_p + 2\underline{Y}_m).(\,\underline{Y}_p - \underline{Y}_m)] = [\underline{Z}_1.\underline{Z}_2/(\,\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2\,)] + \underline{Z}_m \qquad [12.104]$$

$$\underline{Z}_m = -\,\underline{Y}_m/[(\,\underline{Y}_p + 2\underline{Y}_m).(\,\underline{Y}_p - \underline{Y}_m)] = (\,1/3\,).\,\underline{Z}_1^{\,2}/(\,\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2\,) \qquad [12.105]$$

La estrella equivalente se representa en la figura 12.14a. Al ser iguales las impedancias mutuas entre las tres fases, es fácil comprobar que el multipolo de la figura 12.14b, en el que las ramas están desacopladas, cumple las mismas ecuaciones terminales. Además, la impedancia de las ramas conectadas a los terminales a, b y c es:

$$\underline{Z} = \underline{Z}_p - \underline{Z}_m = \underline{Z}_1.\underline{Z}_2 / (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2) \qquad [12.106]$$

que es el resultado de componer directamente en paralelo las impedancias de fase de las dos estrellas. Por tanto, *la impedancia de fase de la estrella equivalente es la misma, esté o no equilibrado el resto del sistema*.

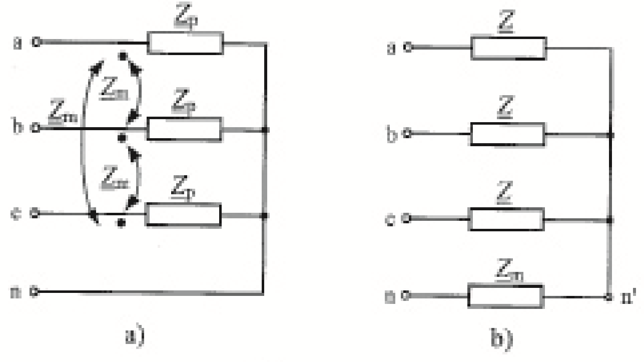

Figura 12.14

La impedancia conectada al terminal n es

$$\underline{Z}_n = \underline{Z}_m = (1/3).\underline{Z}_1^{\,2} / (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2) = (1/3).\underline{Z}_1.\underline{Z}/\underline{Z}_2 \qquad [12.107]$$

Está impedancia no influye si el resto del sistema está también equilibrado, (o, en general, si por el hilo neutro no pasa corriente). Si pasa corriente por el neutro, el potencial del neutro n_1, de la estrella 1, se corresponde con el del punto n de la figura 12.14b, no con el del neutro n' de dicha figura.