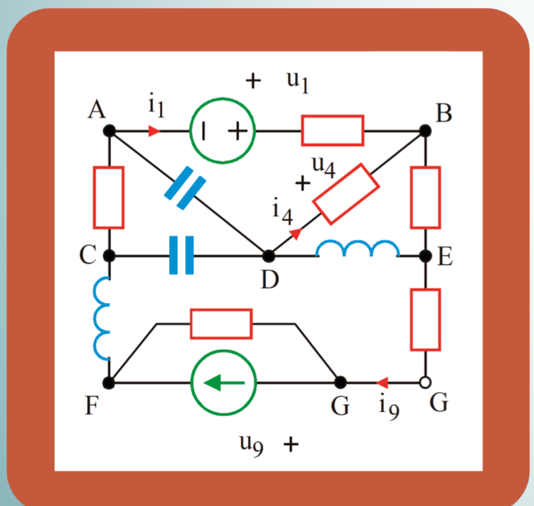
Fundamentos de Ingeniería Eléctrica

U.D. 4: MÉTODOS DE ANÁLISIS DE CIRCUITOS

Tema 4.9 – Teorema de Compensación



Alberto Arroyo Gutiérrez
José Carlos Lavandero González
Sergio Bustamante Sánchez
Eugenio Sainz Ortiz
Alberto Laso Pérez
Raquel Martínez Torre
Mario Mañana Canteli

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

Este material se publica bajo la siguiente licencia:
Creative Commons BY-NC-SA 4.0

Grado en Ingeniería Eléctrica y Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

G412/G280 FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

U.D. 4: Métodos de Análisis de Circuitos

Tema 4.9 – Teorema de Compensación

Tema 4.9 – Teorema de Compensación

1. Clase Previa
2. Teorema de Frank
3. Teorema Dual
4. Ejemplo
5. Resumen de la Clase

2

Teorema de Frank

✓ Introducción

♦ Objeto

- Determinar los incrementos de intensidad originados en las diferentes ramas de un circuito activo lineal,
- cuando en una de las mismas, se produce una variación de su impedancia,
- Todo ello, sin necesidad de un nuevo análisis de la red completa, siempre que se conozcan las corrientes de la red original.

♦ Autoría

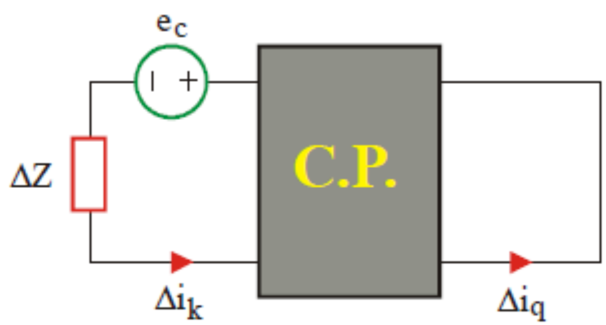
- Enunciado en 1959 por Ernest Frank, profesor de Ingeniería Eléctrica de la Universidad George Washington (USA).
- Teorema también llamado "de compensación"

Enunciado del teorema

- Los incrementos de corriente se determinan sobre el circuito pasivo de la red (b) que, además, contendrá una fuente ideal de tensión, de valor,

$$\boxed{e_C = \Delta Z \; i_k} \quad ,$$

dispuesta en serie en la rama en la que se ha producido la variación de impedancia. Es decir:



(c)

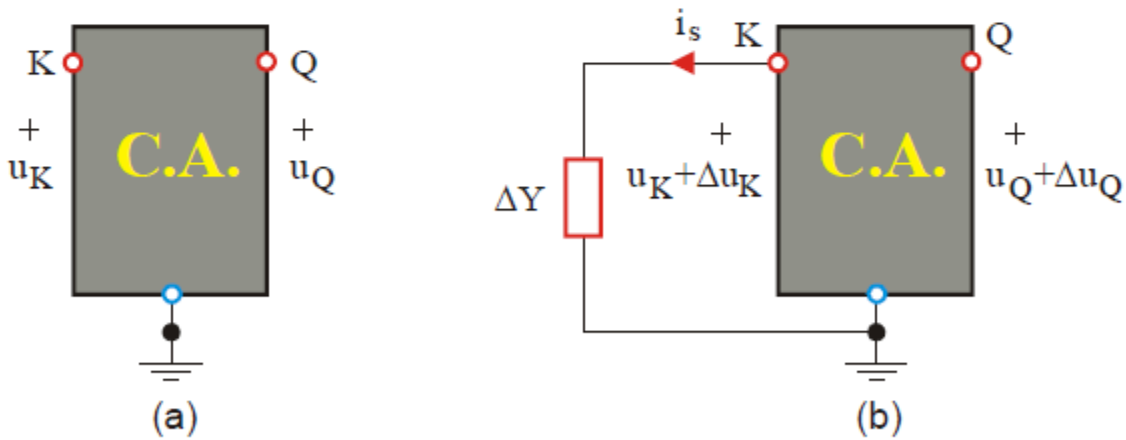
+ La caída de tensión en ΔZ, vale: $e_S = \Delta Z(i_k + \Delta i_k)$.
+ Problema: cálculo de las nuevas corrientes.

3

Teorema Dual

Premisas

- Sea la red activa (a), cuyas tensiones de nudo -u_K, ..., u_Q- son datos o conocidas.



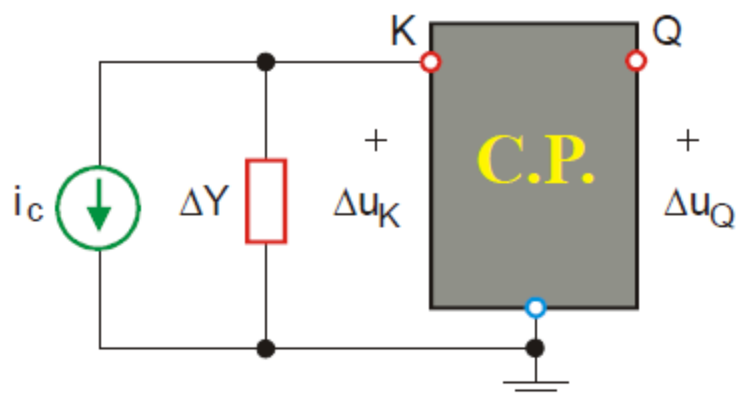
- Red activa (b), es la misma red (a), salvo que en uno de los nudos -nudo K- presenta un incremento finito -positivo o negativo- de su admitancia de nudo, ΔY.
  - Nuevas tensiones de nudo: $\begin{cases} u_K + \Delta u_K \\ u_Q + \Delta u_Q \end{cases}$
  - La corriente por ΔY, vale: $i_S = \Delta Y(u_K + \Delta u_K)$.
  - Problema: cálculo de las nuevas tensiones de nudo.

Enunciado del teorema

- Los incrementos de tensión de los diferentes nudos se determinan sobre el circuito pasivo de la red (b) que, además, contendrá una fuente ideal de corriente, de valor,

$$\boxed{i_C = \Delta Y \; u_K} \quad ,$$

dispuesta en paralelo con la admitancia incremental.

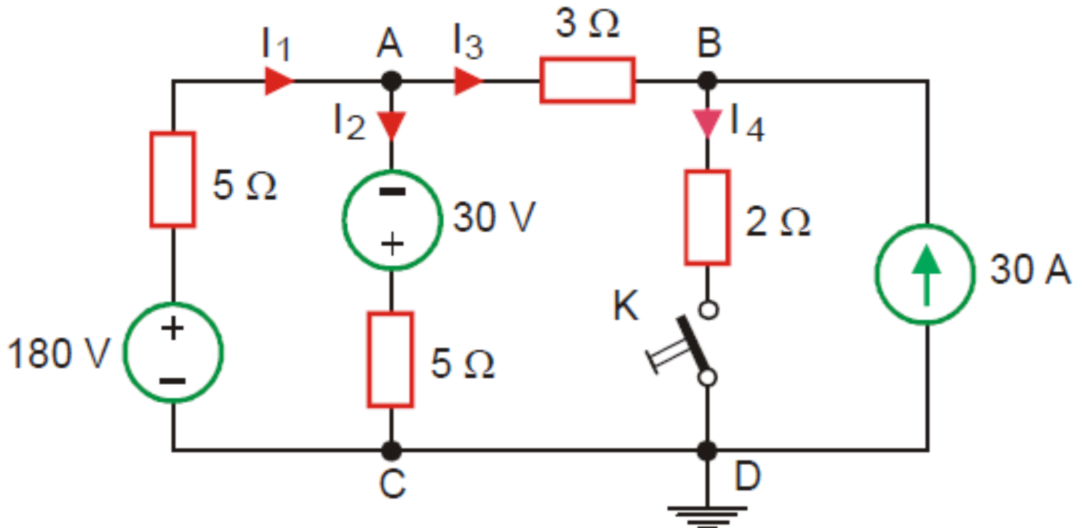


(c)

4

Ejemplo

Sobre la red de la figura, y haciendo uso del teorema de compensación, **calcular** los incrementos de corriente de sus ramas, así como los incrementos de tensión de los nudos *A* y *B*, respecto al de referencia, cuando es cerrado el interruptor *K*.

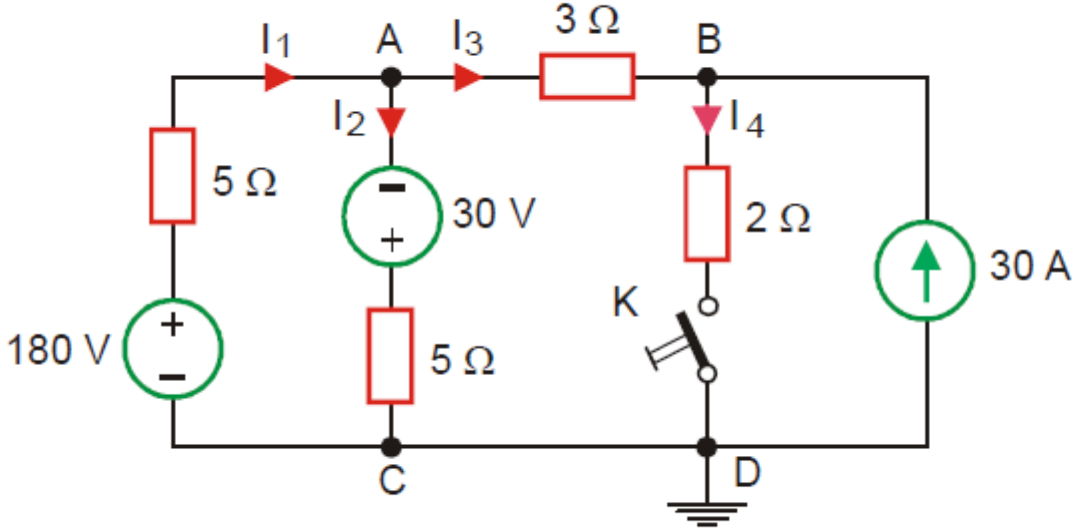


- **Solución**
  - Variaciones de immitancia de la red

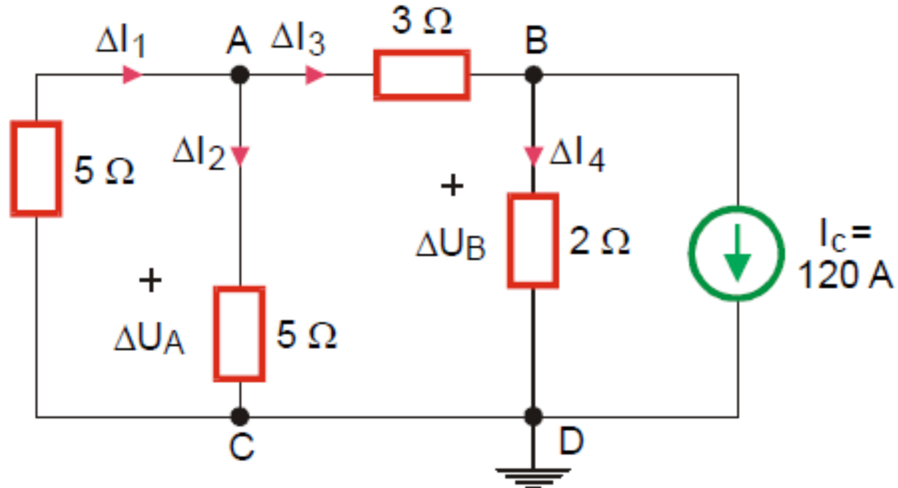
$$\Delta R = R_{final} - R_{inicial} = 2 - \infty \Rightarrow$$ No aplicable el T. Frank.

$$\Delta G = G_{final} - G_{inicial} = 0{,}5 - 0 = 0{,}5S \Rightarrow$$ Si, el T. dual

- Ambas formas del teorema, contemplan variaciones finitas de immitancia.



- Red y cálculo de los incrementos de tensión y de corriente



- Calculando resistencias equivalentes hacia la fuente:

$$R_1 = 5 \,//\, 5 = 2{,}5\Omega, \quad R_2 = R_1 + 3 = 5{,}5\,\Omega \;,$$

$$R_{eq} = R_2 \,//\, 2 = \frac{5{,}5 \cdot 2}{5{,}5 + 2} = \frac{22}{15} = 1{,}46\Omega.$$

Ahora: $\Delta U_B = R_{eq}(-I_c) = \frac{22}{15}(-120) = -176V$,

$$\Delta I_4 = \frac{\Delta U_B}{2} = -88 \;\; A \,, \quad \Delta I_3 = \Delta I_4 + I_c = 32 \;\; A \;,$$

$$\Delta V_A = R_1(-\Delta I_3) = 2{,}5(-32) = -80V \;,$$

$$\Delta I_1 = \frac{-\Delta U_A}{5} = 16A \,, \quad \Delta I_2 = \frac{\Delta U_A}{5} = -16 \;\; A.$$