

Lleis bàsiques i resolució de circuits elèctrics (Resum)

Lloc: [Cursos IOC - Batxillerat](#)

Imprès per: Invitado

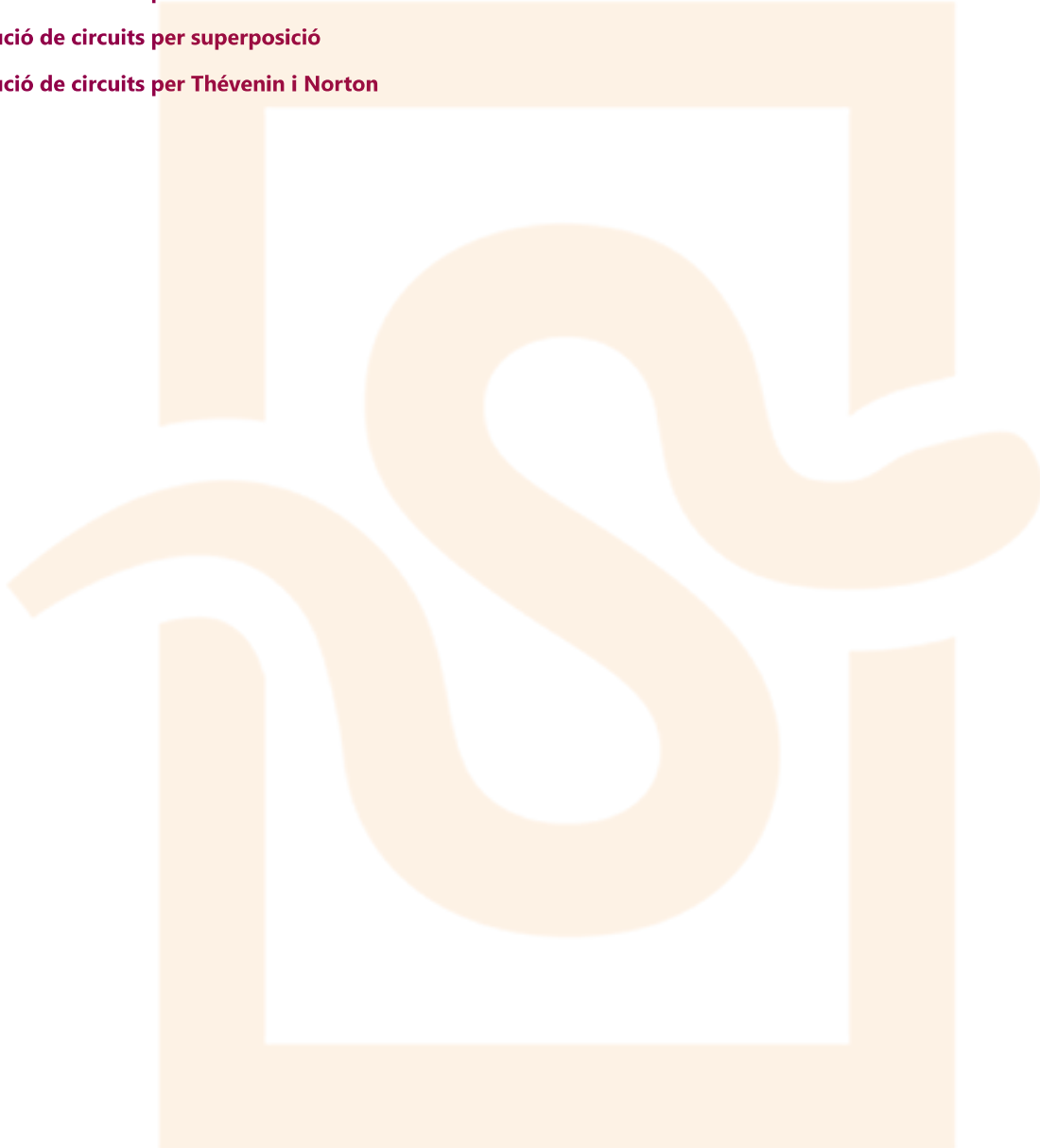
Curs: Electrotècnia (autoformació IOC)

Data: dijous, 10 febrer 2022, 17:57

Llibre: Lleis bàsiques i resolució de circuits elèctrics (Resum)

Taula de continguts

- 1. Lleis bàsiques**
- 2. Associació de resistències**
- 3. Associació de generadors**
- 4. Divisors de tensió**
- 5. Resolució de circuits per Kirchhoff**
- 6. Resolució de circuits per superposició**
- 7. Resolució de circuits per Thévenin i Norton**



1. Lleis bàsiques

La llei d'Ohm

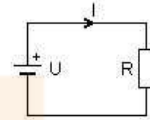
La **llei d'Ohm** determina que la intensitat del corrent elèctric que travessa un circuit elèctric és directament proporcional a la diferència de potencial i inversament proporcional a la resistència del circuit.

Matemàticament es pot expressar de les següents formes.

$$I = \frac{U}{R}$$

$$U = R \cdot I$$

$$R = \frac{U}{I}$$



La llei de Joule

L'**efecte Joule** és el fenomen pel qual en circular un corrent per un conductor, part de l'energia dels electrons es transforma en calor.

$$W = R \cdot I^2 \cdot t$$

i aplicant la llei d'Ohm

$$W = U \cdot I \cdot t$$

La unitat de mesura de l'energia elèctrica és el **joule**, el símbol de la unitat és correspon a **J**. De totes formes, com que és una unitat molt petita, en electricitat s'acostuma a utilitzar el **watt-hora** que té com a símbol **Wh**. La variable s'anomena **W**, però també es pot considerar com a calor **Q** o com a treball **T**.

La calor no és una unitat del Sistema Internacional. Per aquest motiu no s'ha d'utilitzar.

La potència elèctrica

La **potència elèctrica** és la quantitat d'energia consumida o produïda per un element en un temps determinat.

$$P = \frac{W}{t} = U \cdot I$$

i aplicant la llei d'Ohm

$$P = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R}$$

La unitat de mesura de la potència elèctrica és el **watt**, el símbol de la unitat es correspon a **W** i la variable s'anomena **P**.

Exemple

Una resistència elèctrica de 18Ω està connectada a una línia de 230 V.

Calculeu:

1. Intensitat elèctrica a través de la resistència

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{18 \Omega} = 12,78 \text{ A}$$

2. Potència dissipada

$$P = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 12,78 \text{ A} = 2939 \text{ W}$$

3. L'energia consumida en 8 hores.

$$W = U \cdot I \cdot t = 230 \text{ V} \cdot 12,78 \text{ A} \cdot 8 \text{ h} = 23510 \text{ Wh} = 23,51 \text{ kWh}$$

4. Cost de l'energia consumida en les 8 hores si el preu del kWh és de 0,143 €/kWh

$$\text{Cost} = \text{preu unitari} \cdot \text{numero unitats} = 0,143 \text{ €/kWh} \cdot 23,51 \text{ kWh} = 3,362 \text{ €}$$

2. Associació de resistències

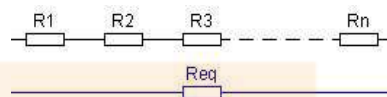
Circuit sèrie

En els **circuits en sèrie** els components estan associats un darrera l'altra sense cap altre connexió.

El valor de la resistència equivalent* d'una associació en sèrie correspon a la suma de totes les resistències que estan en sèrie.

* la resistència equivalent és la que correspondria a substituir un grup per una única que tingui el mateix comportament.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

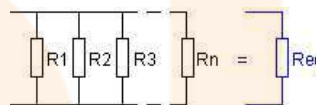


Circuit paral·lel

En els **circuits en paral·lel** els dos extrems dels components estan connectats a un mateix punt.

El valor de la resistència equivalent correspon a la inversa de la suma de les inverses.

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$



Matemàticament aquesta forma de calcul es pot simplificar pels següents dos casos.

Si únicament hi ha dues resistències en paral·lel

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Si les resistències en paral·lel són iguals

n = número de resistències R en paral·lel iguals

$$R_{eq} = \frac{R}{n}$$

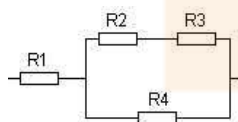
Circuit mixt

El circuit mixt correspon a la combinació de circuits sèrie i paral·lel. El calcul és més complicat i s'ha de fer per parts elementals de cada tipus fins a arribar a una resistència equivalent.

Normes que ens poden ajudar a la resolució:

- Buscar els circuits sèrie. En els circuits sèrie els components estan seguits **sense cap altra derivació**.
- Buscar els circuits paral·lel. En els circuits paral·lels **els dos extrems** dels components **han de estar connectats** entre ells. Continuen estant en paral·lel tot i que hi hagi altres connexions a altres components.

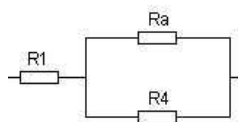
Exemple 1



Calculeu el valor de la resistència equivalent a l'associació de resistències del circuit de la figura

$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 2,2 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 3,3 \text{ k}\Omega \\ R_4 &= 4,7 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

Pas 1



Calcular la resistència equivalent Ra resultant del circuit sèrie de R2 i R3

$$R_a = R_2 + R_3 = 2,2 \text{ k}\Omega + 3,3 \text{ k}\Omega = 5,5 \text{ k}\Omega$$

Pas 2



Calcular la resistència equivalent Rb resultant del circuit paral·lel de Ra i R4

$$R_a = \frac{R_a \cdot R_4}{R_a + R_4} = \frac{5,5 \text{ k}\Omega \cdot 4,7 \text{ k}\Omega}{5,5 \text{ k}\Omega + 4,7 \text{ k}\Omega} = 2,534 \text{ k}\Omega$$

Pas 3



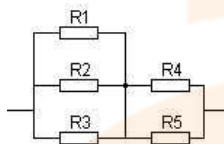
Calcular la resistència equivalenten Ra resultant del circuit sèrie de R1 i Rb

$$R_t = R_1 + R_b = 1 \text{ k}\Omega + 2,534 \text{ k}\Omega = 3,534 \text{ k}\Omega$$

- No confiar en com està dibuixat el circuit. No sempre pot ser la forma més explícita.
- S'ha de vigilar que les unitats dels components siguin del mateix nivell (tot en Ω , $\text{k}\Omega$ o $\text{M}\Omega$)
- Dos fils que es creuen no tenen connexió si no hi ha un punt.

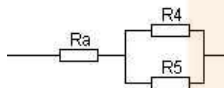
**Exemple 2**

Calculeu el valor de la resistència equivalent de l'associació de resistències del circuit de la figura



$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 2,2 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 3,3 \text{ k}\Omega \\ R_4 &= 4,7 \text{ k}\Omega \\ R_5 &= 5,1 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

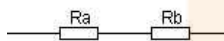
Pas 1



Calcular la resistència equivalent Ra resultant del circuit paral·lel de R1, R2 i R3

$$R_a = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{1} + \frac{1}{2,2} + \frac{1}{3,3}} = 0,569 \text{ k}\Omega$$

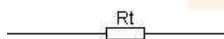
Pas 2



Calcular la resistència equivalent Rb resultant del circuit paral·lel de R4 i R5

$$R_b = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{4,7 \cdot 5,1}{4,7 + 5,1} = 2,518 \text{ k}\Omega$$

Pas 3



Calcular la resistència equivalent Ra resultant del circuit sèrie de Ra i Rb

$$R_t = R_a + R_b = 0,569 + 2,518 = 3,114 \text{ k}\Omega$$

3. Associació de generadors

Associació en sèrie

La **tensió total** serà la suma de totes les tensions

$$U_T = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n = \Sigma U$$

S'haurà de considerar el signe de totes els generadors (mateix signe = sumen / diferent signe = resten)

La **resistència interna** total serà la suma de totes les resistències internes

$$r_T = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n = \Sigma r$$

Si no s'especifica, la resistència interna és 0 (generador ideal)

Associació en paral·lel

Per obtenir la **tensió total** s'haurien de considerar totes les tensions i resistències internes del circuit a més del circuit on es connecta. En la pràctica es **connecten sempre generadors idèntics** i en la mateixa polaritat (+ amb +, - amb -). Si no es fa d'aquesta manera hi ha corrents desaprofitats entre els propis generadors.

$$U_T = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$$

La **resistència interna** total serà la resistència interna unitària dividida pel número de generadors-

$$r_T = r / n$$

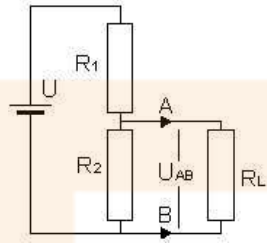
Si no s'especifica la resistència interna és 0 (generador ideal)

L'associació en paral·lel s'utilitza per obtenir més intensitat que la que pot subministrar un únic generador

4. Divisors de tensió

Divisors de tensió

Un divisor de tensió és un conjunt de resistències connectades a un generador a fi d'obtenir una tensió més petita.



Aplicant la llei d'Ohm es pot deduir que

$$U_{AB} = U \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

R_L és la carrega que es connecta al divisor

Sempre s'ha de garantir que per la resistència R_2 circula un corrent superior al 10% de la que circula per R_L

5. Resolució de circuits per Kirchhoff

Resolució de circuits per Kirchhoff

| | | |
|---------------------------|--|---|
| Nus | És un punt del circuit on es connecten tres o més conductors | |
| Branca | És la part d'un circuit comprès entre dos nusos | |
| Malla | És qualsevol circuit tancat compost per dos o més branques. Sortint d'un nus hem de retornar a ell passant per un o més nusos sense passar per la mateixa malla. | |
| Llei dels nusos | $\Sigma I = 0$ | En un nus, la suma dels corrents que arriben o surten a un nus ha de valer 0 |
| Llei de les malles | $\Sigma U = \Sigma R \cdot I$ | En una malla, la suma de les tensions dels generadors ha de ser igual a la suma de les caigudes de tensió de les resistències |

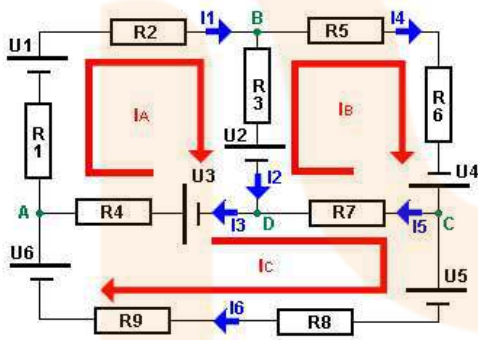
Resolució simplificant les corrents

En aquest circuit podem veure:

4 nusos: A, B, C i D

6 branques per les que hi circularà una corrent: I1, I2, I3, I4, I5 i I6. El sentit del corrent que els hi donem és aleatori, ens l'inventem (procurarem que sigui el més lògic possible) si en el resultat final és negatiu, vol dir que la direcció assignada és incorrecta, va en l'altre sentit.

3 malles a les que assignarem una lletra. El corrent haurà de ser **el del sentit de les agulles del rellotge**: I_A (ABDA), I_B (BCDB) i I_C (ADCA). Podríem considerar-ne més com la que exterior que passa pels nusos (ABCA), però no és precisa, ja que l'únic que faríem és complicar les equacions. Hem d'utilitzar (plantejar) el **mínim** número de malles que passin per **totes** les branques.



Plantejament de les equacions.

ΣU Començant per un nus, haurem de recórrer tota la malla posant les tensions + als generadors que tinguin **el mateix sentit del corrent de la malla** i - els que estiguin en sentit contrari.

$\Sigma R \cdot I$ Començant per el mateix nus farem el recorregut per la malla i sumarem totes les caigudes de tensió. En les branques que hi ha dos corrents (de les malles), considerem + les que corresponen al sentit de la malla que considerem i - les de sentit contrari.

$$\Sigma U = \Sigma R \cdot I$$

Malla A

$$U1 - U2 + U3 = R1 \cdot I_A + R2 \cdot I_A + R3(I_A - I_B) + R4(I_A - I_C)$$

Malla B

$$U2 + U4 = R3(I_B - I_A) + R5 \cdot I_B + R6 \cdot I_B + R7(I_B - I_C)$$

Malla C

$$-U5 - U6 + U6 = R4(I_C - I_A) + R7(I_C - I_B) + R8 \cdot I_C + R9 \cdot I_C$$

Treure factor comú de les corrents de les malles.

$$U_1 - U_2 + U_3 = (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) \cdot I_A - R_3 \cdot I_B - R_4 \cdot I_C$$

En aquest punt podem sumar els generadors (amb el seu signe) i resistències quedant equacions molt senzilles.

$$U_2 + U_4 = (R_3 + R_5 + R_6 + R_7) \cdot I_B - R_3 \cdot I_A - R_7 \cdot I_C$$

$$-U_3 - U_5 + U_6 = (R_4 + R_7 + R_8 + R_9) \cdot I_C - R_4 \cdot I_A - R_7 \cdot I_B$$

Ordenar les equacions

$$U_1 - U_2 + U_3 = (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) \cdot I_A - R_3 \cdot I_B - R_4 \cdot I_C$$

$$U_2 + U_4 = -R_3 \cdot I_A + (R_3 + R_5 + R_6 + R_7) \cdot I_B - R_7 \cdot I_C$$

$$-U_3 - U_5 + U_6 = -R_4 \cdot I_A - R_7 \cdot I_B + (R_4 + R_7 + R_8 + R_9) \cdot I_C$$

Resoleu les equacions per qualsevol procediment matemàtic i, un cop resolt, calculeu les corrents elèctriques de cada branca.

En la branca que només hi ha una corrent de malla, aquesta correspon a la corrent de branca (ull amb el sentit). On en hi ha dos, se sumen (o resten segons el sentit de les malles).

És preferible restar de la més gran, la més petita. Lògicament el sentit resultant serà el de la gran. Aleshores haurem de comprovar que coincideixi amb el que havíem considerat en el plantejament inicial. Recordeu que si el resultat és negatiu, vol dir que el sentit és l'invers.

$$I_1 = I_A$$

$$I_3 = I_A - I_C$$

$$I_5 = I_B - I_C$$

$$I_2 = I_A - I_B$$

$$I_4 = I_B$$

$$I_6 = I_C$$

Aquest procediment té l'avantatge que és mecànic i si l'apliqueu correctament no us embolicareu amb els sentits de les corrents. A més, amb l'equació ordenada, podeu aplicar el sistema de resolucions de Cramer, molt pràctic en calculadores programables.

6. Resolució de circuits per superposició

Resolució de circuits per superposició

Per solucionar un circuit amb 2 o més generadors per superposició s'han de solucionar tants circuits com generadors tingui i sumant (amb el signe pertinent) les corrents de cada branca.

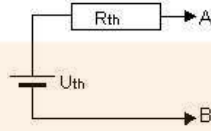
Els generadors no estimats en cada circuit, es considerarà solament el valor de la seva resistència interna (si no en té és un curtcircuit)



7. Resolució de circuits per Thévenin i Norton

Resolució de circuits per Thévenin i Norton

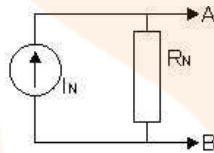
Segons el **teorema de Thévenin** qualsevol part d'un circuit (determinats per A i B) pot ser substituït per un altre circuit format per un generador (U_{TH}) i una resistència (R_{TH}) en sèrie



La tensió Thévenin equivalent serà la diferència de potencial entre A i B calculant el circuit obert (no hi ha res connectat entre A i B)

La resistència Thévenin equivalent serà la resistència entre A i B considerant solament la resistència interna dels generadors (si no en té, és un curtcircuit)

Segons el **teorema de Norton** qualsevol part d'un circuit (determinats per A i B) pot ser substituït per un altre circuit format per una generador de corrent (I_N) i una resistència (R_N) en paral·lel:



El corrent Norton equivalent serà el corrent que circularà entre A i B si entre aquests punts hi ha un curtcircuit (A i B connectades directament)

La resistència Norton equivalent serà la resistència entre A i B considerant solament la resistència interna dels generadors (si no en té, és un curtcircuit)

Per passar d'un circuit a l'altre segons Norton (la llei d'Ohm)

$$V_{Th} = R_N \cdot I_N$$

$$I_N = V_{Th} / R_{Th}$$

$$R_N = R_{Th}$$