

CORRENT ELÈCTRIC

Càrregues elèctriques

Abans de començar amb el corrent elèctric serà útil recordar un parell de coses:

- 1- Quan freguem determinats tipus de bolígrafs amb un jersei de llana, adquireixen la propietat d'atraure trossets de papers petits. El mateix passa amb una barreta de vidre que freguem amb un drap de seda.
- 2- Si acostem dues barretes de vidre prèviament fregades amb seda, penjades d'un fil de manera que puguin pendular lliurement, veurem que es repel·leixen. El mateix passarà si repetim l'experiment amb dos bolígrafs fregats amb llana.

Però si acostem una barreta de vidre i un bolígraf de les que hem fregat, veurem com s'atrauen.

Els investigadors varen classificar diferents materials segons es comportessin, com el vidre o com el plàstic i arribaren a la conclusió que en la matèria havia d'haver-hi algun que per raons històriques van anomenar càrrega elèctrica; havia dos tipus diferents de càrrega dins la matèria i en la mateixa quantitat, de manera que es normalment es neutralitzaven entre si. Quan un cos era fregat se li arrancaven càrregues quedant carregat amb un excés de les contràries. Això feia que els cossos es poguessin atraure o repel·lir entre si.

Com que el signe + és contrari del -, a un tipus de càrrega li varen dir positiva i a l'altre negativa. Les càrregues d'un mateix tipus, es a dir d'un mateix signe, es repel·leixen entre si, i les de signe contrari s'atrauen.

Conductors i aïllants

Es varen detectar una altra propietat dels diferents materials amb relació a les càrregues elèctriques: quan es frega un metall, tot ell s'electritza, mentre que si ho fem amb un plàstic tan sols s'electritza la part fregada. Com s'havia d'interpretar això? Un interpretació bona era admetre que en un metall les càrregues es podien moure i per tant repartir-se, mentre que en un plàstic no, les càrregues en aquests últims quedaven aïllades en la zona fregada. Els materials en els que les càrregues tenen mobilitat es diuen **conductors** i els altres **aïllants**.

La unitat de càrrega

Quan es va començar a estudiar l'electricitat i els circuits elèctrics encara no s'havia arribat a formular el model atòmic de la matèria i per tant encara no es parlava d'electrons i es va definir una unitat de càrrega anomenada **coulomb (C)**. Amb les consideracions actuals i tenint en compte que són els electrons el que s'intercanvien, seria lògic prendre l'electró com unitat de càrrega. Malgrat tot quan es manegen càrregues elèctriques en conductors carregats o en circuits elèctrics, aquestes són de milions d'electrons amb la qual cosa es continua fent servir, en general, el coulomb, com unitat de càrrega

$$1 \text{ C} = 6,3 \cdot 10^{18} \text{ electrons.}$$

Llei de Coulomb

Coulomb va arribar a la conclusió que dos cossos molt, molt petits carregats amb càrrega elèctrica s'atreïen o es repel·lien amb una força directament proporcional al valor absolut de les seves dues càrregues i inversament proporcional al quadrat de la distància entre elles. Matemàticament:

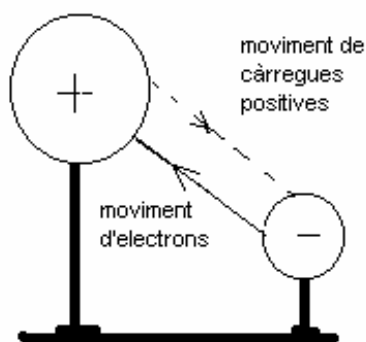
$$F = K \frac{|q| \cdot |q'|}{d^2}$$

on K és una constant que depèn del medi on es troben les càrregues

- 1- Una càrrega de $8,5 \times 10^{19}$ electrons quants coulombs són?
- 2- Un conductor està carregat amb $8 \mu\text{C}$. Expressa la seva càrrega en electrons
- 3- Cerca en algun llibre, per exemple en el 4t d'ESO, la llei de la Gravitació Universal de Newton i compara-la amb la de Coulomb. En què s'assemblen? Les dues constants d'ambdues lleis són universals o depenen del medi?

CORRENT ELÈCTRIC

Un corrent elèctric és un moviment de càrregues elèctriques.



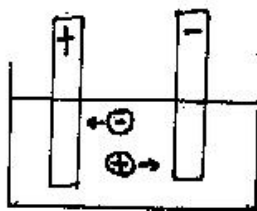
Com es pot aconseguir?

Es pot fer, per exemple, carregant dos conductors, un amb càrrega positiva i l'altre amb càrrega negativa. Quan uneixi els conductors amb un fil també conductor tindrà un moviment de càrregues.

Quines càrregues són les que es mouen?

El comportament elèctric dels metall s'explicava suposant que només es movien un dels dos tipus de càrregues elèctriques. A les càrregues que es movien van acordar assignar-les el signe positiu; les negatives serien les que romandrien fixes. Conseqüentment, totes les definicions de les magnituds dels circuits elèctrics les varen donar referint-se sempre al moviment de les càrregues positives.

Quan en el segle XX els químics van desenvolupar el model atòmic, als electrons que per estar a l'escorça dels àtoms podien ser arrencades, les van assignar el signe negatiu. Aleshores en un circuit elèctric format per conductors metàl·lics, en el que les càrregues que es mouen són els electrons negatius, el moviment és el contrari al descrit per les definicions.



Els metalls, no obstant, no són els únics materials conductors: els d'àcids, bases i sals es ionitzen en una solució aquosa (les seves molècules es trenquen i cada part queda amb càrrega elèctrica oposada) en dissolució, per tant en aquest cas es mouen les càrregues negatives i les positives

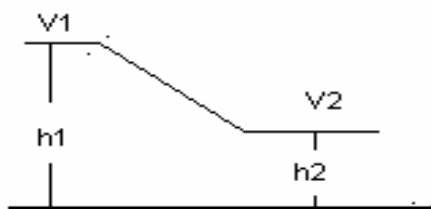
S'accepta per conveni que en un circuit format per conductors metàl·lics el sentit del corrent elèctric es el que tindrien les càrregues positives.

Diferència de potencial elèctric:

A l'hora d'estudiar el moviment de les càrregues sota l'acció de forces elèctriques, va bé fer servir treballs i energies.

Això ja ho fem en el camp gravitatori: l'aigua d'un riu és mou pel seu propi pes, però podem interpretar-ho en termes d'energia: necessita d'una energia, que la posi en moviment. Aquesta no és altre que l'energia potencial gravitatòria que prové de la del Sol (que ha fet possible l'evaporació de l'aigua dels oceans i per tant la pluja). Aquesta energia potencial la transporta el riu transformada en part en energia cinètica i pot transformar-se en la mecànica d'un molí d'aigua, per exemple. L'aigua acumulada en un pantà continua tenint energia potencial gravitatòria que després pot transformar-se en energia elèctrica.

Per acumular càrrega en un cos cal gastar algun tipus d'energia que quedarà acumulada en ell en forma d'una energia que anomenarem **energia potencial elèctrica**.



Quan s'ha carregat cada un dels conductors del exemple d'abans, s'ha tingut que gastar energia. Aquesta queda emmagatzemada en el conductor en forma d'energia potencial elèctrica.

Atès que la força que fa moure les càrregues és matemàticament igual a la llei de la Gravitació Universal, pot establir-se un paral·lisme entre els dos camps de forces i ens centrarem en el camp gravitatori, que ens és més familiar.

Suposem un riu. i fixem-nos en el desnivell entre h_1 i h_2 . Quina és l'energia potencial que perd una massa m d'aigua en caure?:

$$\text{Energia potencial gravitatòria perduda} = mgh_1 - mgh_2$$

Posem g_1 i g_2 perquè volem ser molt escrupolosos i tindrem en compte que l'acceleració de la gravetat no té el mateix valor a tot arreu.

Si de l'expressió anterior treiem m factor comú:

$$E_p \text{ perduda} = m(g_1 h_1 - g_2 h_2)$$

A cada punt de la Terra depenent de la seva alçada i del seu valor de l'acceleració de la gravetat se li pot assignar un valor $V = gh$ que no dependrà del valor de la massa m d'aigua que caigui. Aquest valor és el que s'anomena **potencial gravitatori** V , i podrem escriure:

$$E_p \text{ perduda} = m(V_1 - V_2)$$

D'on:

$$V_1 - V_2 = \frac{E_p (\text{perduda})}{m}$$

La diferència de potencial gravitatori entre dos punts, serà l'energia potencial perduda en transportar la unitat de massa des del primer fins al segon punt

Per comparació quan les càrregues positives es mouen des del positiu al negatiu, es gastarà energia potencial elèctrica i cada punt del circuit tindrà un valor de potencial elèctric V que ens permetrà calcular l'energia potencial gastada en transportar la càrrega q des d'un punt 1 a un punt 2:

$$E_p \text{ perduda} = q(V_1 - V_2)$$

$$V_1 - V_2 = \frac{E_p(\text{perduda})}{q}$$

La diferència de potencial elèctric entre dos punts 1 i 2, és l'energia potencial perduda en transportar la càrrega unitat positiva (+1C) des del primer punt fins al segon.

Fixem-nos que quan les forces elèctriques fan circular una càrrega d'un punt a un altre, sempre es a costa de perdre energia

$$\left. \begin{array}{l} E_p \text{ perduda} > 0 \\ q > 0 \end{array} \right\} \quad V_1 > V_2 \quad \text{les càrregues positives circulen potencials més alts a potencials més baixos}$$

$$\left. \begin{array}{l} E_p \text{ perduda} > 0 \\ q < 0 \end{array} \right\} \quad V_1 < V_2 \quad \text{les càrregues negatives circulen potencials més baixos a potencials més alts.}$$

Unitat de diferència de potencial elèctric:

$$1 \text{ V(volt)} = \frac{1J}{1C}$$

Entre dos punts d'un circuit hi ha un volt de diferència de potencial elèctric, quan en transportar la càrrega de +1C es gasta 1 J d'energia potencial elèctrica.

Amb tot no sabem calcular el valor del potencial elèctric en punt d'un circuit perquè no tenim la fórmula, però tan se val perquè hi han uns aparells, els **voltímetres**, que ens permeten mesurar directament la diferència de potencial, que de fet és el que ens interessa per poder calcular les energies gastades.

A la d.d.p. entre dos punts d'un circuit també se li diu **voltatge, tensió o caiguda de tensió**

4- Quan 8C de càrrega circulen entre dos punts d'un circuit, gasten 4000 J d'energia elèctrica. Quina és la caiguda de tensió entre aquests dos punts.

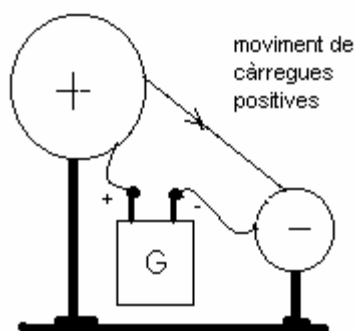
5- Quanta energia potencial elèctrica es gasta quan 20 C de càrrega circulen entre dos punts que tenen un voltatge de 250 V

CIRCUIT ELÈCTRIC DE CORRENT CONTINU

Ja hem dit que un corrent elèctric és un moviment de càrregues elèctriques. Si les càrregues es mouen ordenadament i sempre en el mateix sentit es diu que tenim un corrent continu. El corrent que fem servir normalment a les cases és altern; en aquest tipus de corrent les càrregues inverteixen el sentit del seu moviment contínuament.

Començarem per estudiar el corrent continu.

Com pot mantenir-se el moviment de les càrregues?



Haviem dit que si uníem dos conductors convenientment carregats mitjançant un fil conductor, passaria càrrega positiva del que tingués el potencial més alt al que el tingués més baix. Això suposaria un pas de corrent molt breu; per mantenir el corrent continuadament s'han de "bombejar les càrregues d'un conductor a l'altre".

Això és el que fan els **generadors** de corrent elèctric: generen una diferència de potencial elèctric entre els seus extrems i transporten les càrregues positives pel seu interior, des de l'extrem o **born** negatiu, al positiu (recorda que de fet en els conductors metàl·lics es mouen les càrregues negatives en el sentit contrari a l'indicat).

Intensitat de corrent elèctric:

Un riu o corrent d'aigua el caracteritzem segons el cabal d'aigua que du. El cabal és la quantitat d'aigua, en volum o pes, que circula per un punt en cada unitat de temps.

Com calculem el cabal d'un riu? Doncs mesurem la quantitat la quantitat, per exemple en m³, que circula per un lloc i la dividim pel temps que ha estat circulant.

Un corrent elèctric està caracteritzat per la **intensitat de corrent** que és la càrrega que circula per la secció d'un conductor en cada unitat de temps. Com la calcularem?. Doncs mesurarem la quantitat de càrrega **q** que circula per una secció del conductor en un temps **t** i la intensitat serà:

$$I = \frac{q}{t}$$

Ampere (A) : és el nom de la unitat de corrent elèctric en el S.I.:

$$1A = \frac{1C}{1s}$$

Direm que un conductor està recorregut per una intensitat d'1 A quan per una secció seva, cada segon circuli 1 C de càrrega.

Els aparells que mesuren directament la intensitat de corrent es diuen **amperímetres**.

Com que també cal mesurar altres magnituds, com la resistència, capacitat, etc..., es fa servir un sol aparell que convenientment manipulat serveix per totes. Aquest aparell rep el nom de **tester** i serveix tant per corrent continu com per altern

Què passa amb l'energia potencial elèctrica que es perd?

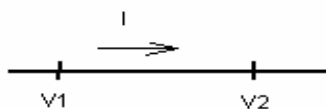
Suposant el fregament despreciable, quan un riu baixa de les muntanyes o quan un cos cau, l'energia potencial es transforma en cinètica, de manera que la suma de les dues es manté constant (conservació de l'energia mecànica). Realment una part d'aquesta energia potencial, per acció del fregament es transforma en calor i en el cas d'un riu també en treball mecànic al accionar algun tipus de turbina.

En el corrent elèctric passa el mateix. Els diferents materials ofereixen **resistència** al pas de les càrregues, impeding que aquestes augmentin la velocitat (en un circuit de corrent continu, les càrregues tenen sempre la mateixa velocitat) transformant l'energia elèctrica en energia tèrmica. Aquest fet s'anomena **efecte Joule** del corrent

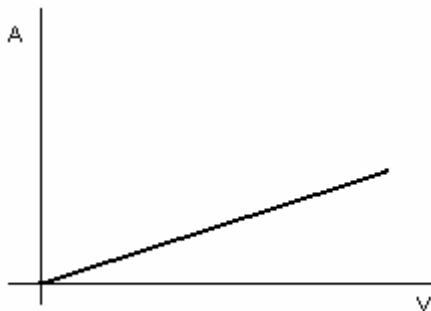
elèctric. Naturalment si a més tenim intercalat un motor, per exemple, hi haurà també la transformació en treball mecànic.

Llei d'Ohm i resistència elèctrica

Ohm va descobrir que la diferència de potencial entre dos punts d'un conductor i la intensitat que circulava entre ells, eren directament proporcionals entre si. Es a dir



que si aconseguíem anar variant la d.d.p entre dos punts i mesuràvem les intensitats, la gràfica corresponent a aquestes dues variables, una en front de l'altra, donava una recta i per tant el quocient entre ambdues magnituds era una constant:



$$\frac{V_1 - V_2}{I} = R$$

A aquesta constant, Ohm, la va denominar **resistència elèctrica**. La resistència elèctrica és la diferència de potencial que s'ha d'aplicar entre dos punts d'un conductor, perquè entre ells hi circuli la unitat d'intensitat

La resistència elèctrica s'expressa en **ohms** (Ω). 1Ω és la resistència elèctrica entre dos punts d'un conductor per tal que en aplicar entre aquests dos punts la diferència de potencial d'1 V hi circuli entre ells una intensitat d'1 A

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

Factors dels que depèn la resistència d'un fil conductor:

Es comprova experimentalment que la resistència d'un fil conductor és directament proporcional a la seva longitud l i inversament proporcional a la seva secció S. La fórmula corresponent és

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

On ρ és la **resistivitat**, una constant que depèn del material del que és fet el fil. Les unitats de la resistivitat o **coeficient de resistivitat** les obtindrem de l'anterior fórmula aïllant la ρ

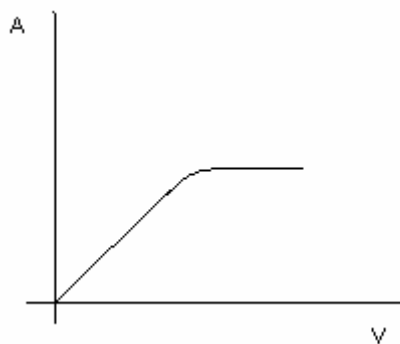
$$\rho = \frac{R S}{l} \text{ per tant en el S.I. s'expressarà en } \Omega \cdot \text{m}$$

6- Per un circuit circulen 80 C cada minut. Quina intensitat té el corrent que per ell circula?

7- La resistència d'un conductor és de 500Ω . Si per ell circula una intensitat de 0,50 mA, quina és la d.d.p. entre els seus extrems? Quina càrrega circula durant mig minut?

8- La d.d.p. entre els extrems d'un generador és de 220 V; cada minut circulen 40 C pel circuit connectat al generador. Calcula la resistència total d'aquest circuit connectat al generador.

9- Per un fil conductor de 0,50 mm de gruix i 2,0 m de llargada, circulen 25 mA de corrent quan està connectat a una tensió de 75 V. Amb aquestes dades determina la conductivitat del conductor (la conductivitat és l'invers de la resistivitat)

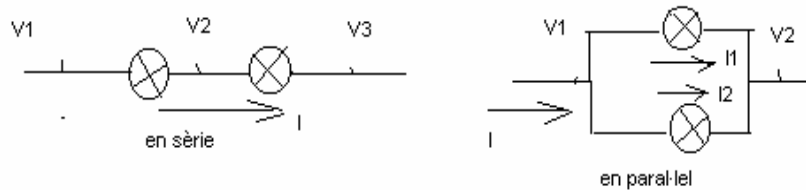


Ha de quedar clar que no tots els conductors obeeixen la llei d'Ohm. N'hi ha com els transistors que la llei que segueixen, és diferent.

Els transistors no compleixen la llei d'Ohm, es diu que tenen una resistència no ohmica. Als que sí la compleixen, es diuen ohmics

Associacions d'elements en un circuit elèctric

Quan s'associen entre si dos elements en un circuit elèctric, es pot fer de dues maneres bàsiques:



En sèrie la diferència de potencial (energia gastada per transportar la unitat de càrrega) entre el primer i últim punt (1 i 3), es reparteix entre el primer i el segon element de manera que $V_1 - V_3 = (V_1 - V_2) + (V_2 - V_3)$. En quan a la intensitat, com en un circuit no es poden acumular ni crear càrregues, les que cada segon passen pel primer element són les mateixes que passen cada segon pel segon element, es a dir la intensitat és la mateixa pels elements connectats entre si en sèrie.

En paral·lel la diferència de potencial entre els extrems dels elements, és la mateixa doncs estan connectats al mateix desnivell elèctric, però les càrregues en arribar a la ramificació es reparteixen de manera que $I = I_1 + I_2$.

Associacions de resistències:

- a) **En sèrie:** La resistència equivalent a dues en sèrie és la que farà sortir la mateixa intensitat d'un generador que ens proporcioni una d.d.p $V_1 - V_3$:

$V_1 - V_3 = (V_1 - V_2) + (V_2 - V_3)$ aplicant la llei d'Ohm a la resistència equivalent

$$V_1 - V_3 = IR$$

I aplicant-la a cada una de les dues resistències:

$$V_1 - V_2 = IR_1 \quad i \quad V_2 - V_3 = IR_2 \quad i \text{ per tant:}$$

$$IR = IR_1 + IR_2 \quad \text{simplificant les I}$$

$$R = R_1 + R_2$$

Si en tinguéssim més de dues connectades en sèrie, la resistència equivalent seria la suma de totes elles.

b) En paral·lel

En aquest cas $I = I_1 + I_2$ i aplicant novament la llei d'Ohm a la resistència equivalent i a cada una de les dues resistències:

$$\frac{V_1 - V_2}{R} = \frac{V_1 - V_2}{R_1} + \frac{V_1 - V_2}{R_2} \quad \text{i simplificant } V_1 - V_2 \text{ queda:}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Quan tinguem tres o més resistències connectades en paral·lel entre si, la inversa de la resistència total serà la suma de les inverses.

10- Com estan connectats els aparells elèctrics a la xarxa, en sèrie o en paral·lel? Per què?

11- Tenim tres resistències de 100Ω , 80Ω i 200Ω . Calcula la resistència equivalent al conjunt si estan a) connectades les tres en sèrie; b) si ho estan en paral·lel, i c) si la de 100Ω està en sèrie amb el conjunt de les altres dues en paral·lel.

12- Connectem cada un dels casos anteriors a una caiguda de tensió de 220 V. Calcula en cada cas la intensitat que circula per cada resistència així com la d.d.p. entre els extrems de cada una.

13- Si volem connectar un amperímetre (o tester) per mesurar la intensitat que circula per una resistència, ho farem en sèrie o en paral·lel?

14- I si volem mesurar la d.d.p. entre els seus extrems, com connectarem el voltímetre (o tester)?

Potència elèctrica

La potència és el treball fet o l'energia gastada en cada unitat de temps.

Si entre dos punts 1 i 2, d'un circuit, hi circula una càrrega q durant un temps t

$$P = \frac{Ep(\text{perduda})}{t} = \frac{(V_1 - V_2)q}{t} = (V_1 - V_2)I$$

$$P = (V_1 - V_2)I$$

Aquesta expressió ens permet calcular la potència elèctrica consumida entre dos punts d'un circuit, independentment del que hagi connectats entre ells.

Si entre ells només hi ha una resistència R , segons la llei d'Ohm

$$V_1 - V_2 = RI$$

I substituint en l'equació anterior:

$$P = RI^2$$

O bé

$$P = \frac{(V_1 - V_2)^2}{R}$$

Fórmula que permet calcular la potència consumida per una resistència i que es transforma en potència d'efecte Joule.

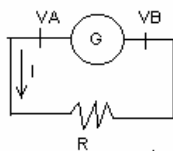
15- Una bombeta de 80 W per 220 V per quina intensitat està recorreguda i quina resistència té?

16- Un forn elèctric té una potència de 1000W. Quina energia dissipa en forma de calor en 30 min. Si 1 kWh val 0,08 €, quin és el cost d'energia consumida en aquest temps?

17- Volem construir un calefactor enrotllant en espiral fil de coure de 0,3 mm de diàmetre. El calefactor estarà endollat a 220 V i ha de subministrar $3,6 \times 10^5$ J d'energia tèrmica cada 2 h. La resistivitat del coure és de $1,78 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$. Quina longitud de fil de coure ens cal.

Llei d'Ohm generalitzada

A) Força electromotriu d'un generador:



L'energia que gasta el generador en el seu interior es calcula com si es tractés d'una resistència interna del generador r_g , dada que subministra el fabricant. La potència corresponent segons ja hem vist la podem calcular com $I^2 r_g$.

El generador proporciona al circuit exterior una potència $I(V_A - V_B)$, per tant la potència total que posa en joc el generador és la suma d'ambdues expressions:

$$I^2 r_g + I(V_A - V_B)$$

Es defineix com **força electromotriu d'un generador** ($\mathcal{E}$) a l'energia que el generador transforma en energia elèctrica per cada unitat de càrrega que circula pel circuit, per tant si en un temps t transporta una càrrega q , la potència elèctrica que en total subministra el generador és:

$$P = \frac{q \cdot \mathcal{E}}{t} = I \cdot \mathcal{E} = I \cdot (V_A - V_B) + r_g \cdot I^2$$

Si simplifiquem la intensitat I queda:

$$\mathcal{E} = (V_A - V_B) + r_g \cdot I$$

Noteu que malgrat el nom la força electromotriu, f.e.m., no és una força sinó una energia per unitat de càrrega i que per tant, atès que $1\text{J}/1\text{C}=1\text{V}$, la unitat corresponent serà el volt.

18- Calcula el valor de la resistència que hem de connectar en sèrie amb un generador de 12 V de f.e.m. i $1\ \Omega$ de resistència interna, per tal que circuli pel circuit una intensitat de 1 A.

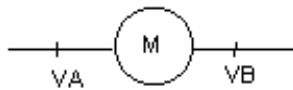
19- Una pila té una f.e.m. de 4,8 V i una resistència interna de $1\ \Omega$. En connectar-la a un circuit produeix una intensitat de 0,05 A. Determina:

- a) L'energia que es gasta de la pila quan funciona mitja hora
- b) L'energia que es dissipa en vèncer la resistència interna.
- c) L'energia que veritablement s'aprofita en el circuit.
- d) La diferència de potencial entre els borns de la pila quan està connectada al circuit.
- e) La resistència exterior del circuit.

20- En quines condicions seran iguals la f.e.m. d'una pila i la d.d.p entre els seus extrems?.

B) Força contraelectromotriu d'un motor:

La potència que gasta un motor elèctric, es pot calcular multiplicant la diferència de potencial entre els seus extrems per la intensitat que hi circula:



$$P = I(V_A - V_B)$$

Però no tota la potència elèctrica que arriba al motor es torna potència mecànica que aprofitem del motor. Una part es perd en vèncer la resistència interna del propi motor. La part de potència elèctrica que el motor transforma en mecànica, per unitat de càrrega, és el que es denomina **força contraelectromotriu** del motor, **f.c.e.m.**, que lògicament per la seva definició, es mesurarà en volts.

Notem que tampoc aquí la f.c.e.m. és una força, sinó l'energia elèctrica que el motor transforma en energia mecànica, per unitat de càrrega transportada. L'energia elèctrica que es perd basicament per escalfament del motor, es calcula com si fos l'energia o potència que es transformaria en energia tèrmica a través d'una resistència r_M denominada resistència interna del motor.

I simplificant les I:

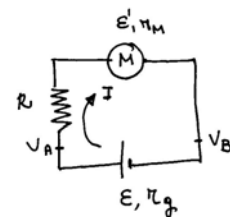
$$(V_A - V_B) = \xi' + r_M I$$

En cas de tenir un motor i una resistència R connectats en sèrie entre sí hi ha un generador, la potència que el generador gasta és:

$$\xi \cdot I = (V_A - V_B) \cdot I + r_g \cdot I^2$$

Però la potència que el generador transfereix al circuit serà:

$$P = I(V_A - V_B) = \xi' I + r_M I^2 + R \cdot I$$



Si substituïm $I(V_A - V_B)$ a l'expressió anteriorment deduïda i aïllem la intensitat:

$$I = \frac{\xi - \xi'}{r_M + r_g + R}$$

**Llei d'Ohm
generalitzada**

21- Tenim un motor connectat a un generador de 120 V de força electromotriu i $1\ \Omega$ de resistència interna, i a un voltímetre. Si impedim que el motor giri, només actuarà com una resistència elèctrica. En aquest cas el voltímetre assenyala 80 V. Quina és la intensitat que proporciona la bateria? Quina és la resistència interna del motor?

22- Quan deixem rodar el motor de la qüestió anterior, el voltímetre marca 110V. Quina és ara la intensitat que surt de la bateria i quan val la força contraelectromotriu del motor?

23- Disposem d'un generador de corrent continu d'una f.e.m. de 100 V i una resistència interna d' $1\ \Omega$. Els borns d'aquest generador es connecten simultàniament a un voltímetre i a un motor. Quan el motor gira en règim normal, el voltímetre assenyala 90 V i quan no el deixem voltar el voltímetre assenyala 80 V. Calculeu:

- a) La resistència interna del motor.
- b) La força contraelectromotriu del motor.
- c) La potència del motor.

24- Una pila té una f.e.m. de 10 V. Quan es connecta a una resistència de $50\ \Omega$, el potencial entre els seus borns és de 9,5 V. Determineu:

- a) la intensitat del corrent.
- b) La resistència interna de la pila.
- c) La calor despesa en la resistència de $50\ \Omega$ durant 1 min.

25- Tenim un circuit format per un generador, una resistència de $20\ \Omega$ i el fil conductor corresponents, la resistència elèctrica dels quals és negligible. La caiguda de potencial entre els extrems de la resistència és de 20 V. Connectat aquest mateix generador a una resistència de $100\ \Omega$, la intensitat que circula pel circuit és de 0,208 A. Calcula:

- a) La f.e.m. del generador.
- b) La resistència interna del generador.

26- Una bateria de 60 V de f.e.m. i $0,2\ \Omega$ de resistència interna, alimenta un conjunt de bombetes la resistència equivalent de les quals és de $15\ \Omega$. la resistència total dels conductors emprats en les connexions és de $0,5\ \Omega$. Amb aquestes dades calculeu.

- a) La resistència total del circuit.
- b) La intensitat del corrent que hi passa.
- c) La caiguda de potencial entre els borns de la bateria.
- d) La potència total dissipada en el circuit exterior.
- e) La diferència de potencial entre els extrems del conjunt de bombetes.

27- Un generador de 10 V de f.e.m. i una resistència interna de $0,5 \Omega$ alimenta un motor de 6 V de f.c.e.m. i resistència interna $4,5 \Omega$. Calcula:

- a) La potència mecànica que s'aprofita del motor.
- b) La potència dissipada en el motor per efecte Joule.
- c) El rendiment del motor.
- d) La diferència de potencial entre els borns del motor.

28- Un generador de 10 V de f.e.m. i 1Ω de resistència interna, està connectat a un circuit amb dues derivacions; en la primera hi ha una resistència de 30Ω i en la segona una cel·la electrolítica de 2 V de f.c.e.m. i 5Ω de resistència interna. Calcula:

- a) La intensitat del corrent a través de la resistència.
- b) La caiguda de potencial entre els borns del generador.

29 Circuit mixt simple.

Un circuit està format per una resistència de 5Ω connectada en sèrie amb una combinació de dues resistències de 6 i 3Ω que estan en paral·lel entre elles. El conjunt està alimentat per un generador de 105 V de f.e.m. Calculeu:

- a) Les intensitats de cada resistència : 15, 5 i 10 A.
- b) Les d.d.p. de cadascuna : 75, 30 i 30 V.
- c) Les potències que gasten : 1125, 150 i 300 W.

30 Connexió de bombetes.

Dues bombetes construïdes per connectar-se a 200 V tenen unes potències nominals de 100 i 25 W. Si, per error, es connecten en sèrie a 200 V, quina potència donarà cadascuna? i, quina farà més llum? : 4 i 16 W respectivament; farà més llum la de "25 W".

31 Calor i energia d'una bombeta.

Disposem d'una bombeta que té les següents indicacions: 100 W, 200 V.

Deduïu:

- a) La potència que gastarà si es connecta a 100 V : 25 W.
- b) El preu de l'energia que consumirà, connectada a 200 V, durant un mes a 5 hores diàries si el kWh val 20 pta : 300 pta.
- c) El temps que tardarà en escalfar, amb la calor que desprèn, mig litre d'aigua des 20 fins 100 °C si es connecta de forma correcta i s'aprofita tota l'energia (la calor específica de l'aigua val $4180 \text{ J/(K}\cdot\text{kg)}$) : 1672 s.

32 Motor elèctric.

Un generador de 200 V de f.e.m. (força electromotriu) i $1\ \Omega$ de resistència interna alimenta un motor de 150 V de f.c.e.m. (força contraelectromotriu) i $4\ \Omega$ de resistència interna. Calculeu:

- a) La intensitat del corrent : 10 A.
- b) La potència subministrada pel generador : 2 kW.
- c) La potència mecànica produïda : 1,5 kW.
- d) La altura a la qual pot elevar, aquest motor, un bloc de 100 kg en un minut (suposant que $g = 10\ \text{m/s}^2$) : 90 m.

33 Circuit mixt i diferències de potencial.

Al circuit de corrent continu de la figura, trobeu:

- a) Les diverses intensitats : 10, 2, 3 i 5 A.
- b) Les d.d.p. entre AB, BC i AC : -170, 30 i -140 V.
- c) Les potències dissipades per cada resistència : 500, 300, 90, 360, 750 i 200 W.
- d) La potència lliurada pel generador : 2200 W.