

1. CORRENT CONTINU

1. Naturalesa de l'electricitat

L'electricitat forma part de l'estructura de la matèria.

Àtom és la part més petita que pot existir d'un cos simple o element.

L'àtom està constituït per les següents parts (Fig. 1.1):

1) Un **nucli** o centre, format per les següents partícules:

Protons, que manifesten propietats elèctriques (elec. positiva)

Neutrons, que no manifesten propietats elèctriques.

2) Una **escorça**, formada per partícules anomenades *electrons*, amb propietats elèctriques contràries als protons (elec. negativa) i que giren al voltant del nucli.

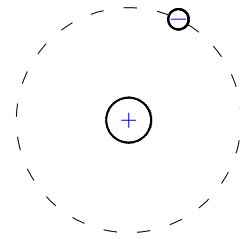


Fig 1.1

En estat normal l'àtom és elèctricament neutre: té igual nombre de protons que d'electrons.

2. Electrón

És una partícula que forma part de l'escorça de l'àtom i l'única que té a la vegada càrrega elèctrica i mobilitat.

3. Cos electrilitzat

Un cos en estat normal, no electrilitzat, té en els seus àtoms igual nombre de protons que d'electrons.

Un cos està electrilitzat o carregat positivament quan té defecte d'electrons.

Un cos està electrilitzat o carregat negativament quan té excés d'electrons.

4. Càrrega elèctrica

La càrrega elèctrica o quantitat d'electricitat d'un cos és l'excés o defecte d'electrons.

La càrrega elèctrica es representa amb la lletra **Q**.

5. Accions entre càrregues elèctriques

Càrregues del mateix signe es repel·leixen i de signe contrari s'atreuen.

6. Unitat de càrrega elèctrica

La unitat de càrrega elèctrica és la càrrega de l'electró (igual i de signe contrari que la del protón). Per ser aquesta una càrrega massa petita s'utilitza com unitat el **coulomb**, que es representa per la lletra **C**.

La càrrega d'un coulomb equival a la càrrega de $6,25 \cdot 10^{18}$ electrons.

7. Conductors

Són cossos que permeten la circulació d'electrons pel seu interior.

Els àtoms d'aquests cossos tenen electrons dèbilment atrets pel nucli (electrons lliures), que poden moures dins del conductor.

Els cossos més conductors són els metalls, sent els millors la plata, el coure, l'or i l'alumini, per aquest ordre.

8. Aïllants

Són cossos que no permeten la circulació d'electrons pel seu interior.

Els àtoms d'altres cossos tenen tots els seus electrons fortament atrets pel nucli.

Són materials aïllants el paper, els plàstics, el vidre, l'aire, l'oli, l'aigua destil·lada, etc.

9. Corrent elèctric

És la circulació de càrregues elèctriques per l'interior d'un conductor. Si dos cossos, amb càrregues diferents, s'uneixen mitjançant un conductor, s'estableix per aquest una circulació o corrent d'electrons (Fig 1.2) del cos negatiu al positiu.

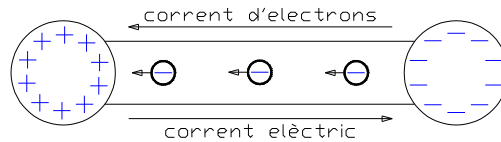


Fig 1.2

Per conveni, establert abans del descobriment dels electrons, s'admet que el sentit de la corrent elèctrica és del cos positiu al negatiu.

10. Classes de corrent elèctric

a) Corrent continu (DC, *Direct Current*) circula sempre en el mateix sentit amb un valor constant. La produeixen les dinamos, piles i acumuladors.

El corrent continu és pulsatorià quan circula sempre en el mateix sentit, però variant al mateix temps el seu valor. S'obté de l'alternativa mitjançant un rectificador.

b) Corrent altern (AC, *Altern Current*) circula alternativament en els dos sentits, variant al mateix temps el seu valor. La produeixen els alternadors.

11. Efectes produïts per la corrent elèctric

1) Efectes calorífics: El corrent produeix calor al circular pels conductors.

2) Efectes magnètics: El corrent elèctric crea un camp magnètic al voltant del conductor pel que circula.

3) Efectes químics: El corrent elèctric descompon alguns líquids (electròlits).

12. Intensitat de corrent elèctric

És la quantitat d'electricitat que circula per un conductor en la unitat de temps. La intensitat de corrent es representa amb la lletra **I**. La intensitat de corrent en un conductor serà tant més elevada com més electrons es desplacin en cada segon pel conductor.

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1)$$

On:

I: Intensitat de corrent elèctric, mesurat en A.

Q: Càrrega elèctrica, mesurada en C.

t: temps, mesurat en segons.

13. Unitat d'intensitat de corrent elèctrica

La unitat de corrent elèctrica és l'**ampere**, que es representa per la lletra **A**. S'utilitza molt el submúltiple de l'ampere, el miliamper (**mA**).

L'ampere és la intensitat de corrent en un conductor pel que circula la càrrega d'un coulomb cada segon.

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

Exemples: 1 i 2; Problemes: 1, 2, 3 i 4.

14. Mesura de intensitat

La intensitat de corrent elèctric es mesura amb un aparell anomenat **amperímetre**, que s'intercala en el conductor (Fig. 1.3) la intensitat del qual es vol mesurar.



Fig 1.3

15. Resistència elèctrica

És la dificultat que oposa un cos a la circulació del corrent elèctric. Es representa per la lletra R . A la inversa de la resistència es denomina conductància G .

$$G = \frac{1}{R}$$

Els electrons lliures, al circular per un conductor, (Fig. 1.4) han de superar la dificultat al seu desplaçament que presenten els àtoms que ho constitueixen.

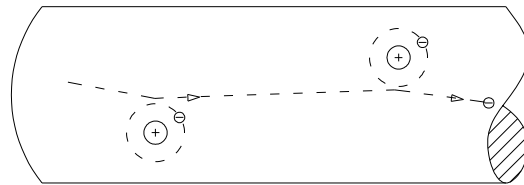


Fig 1.4

16. Unitat de resistència elèctrica

La unitat de resistència elèctrica és l'ohm, que es representa per la lletra Ω (omega). S'utilitza molt un múltiple de l'ohm, el megaohm ($M\Omega$).

$$1 M\Omega = 10^6 \Omega$$

La conductància es mesura en **siemens (S)**.

$$1 S = \frac{1}{1 \Omega}$$

Es defineix l'ohm com la resistència elèctrica que presenta a $0^\circ C$ de temperatura una columna de mercuri de 106,3 centímetres de longitud i d'un mil·límetre quadrat de secció.

17. Resistència d'un conductor

La resistència d'un conductor és directament proporcional a la seva longitud, inversament proporcional a la seva secció, (Fig. 1.5) i depèn del tipus de material i de la temperatura.

Quanta més longitud té el conductor, major camí han de recórrer els electrons lliures, que tindran major dificultat en el seu desplaçament.

Quanta més secció té el conductor, els electrons lliures tenen més amplitud per circular i tindran menor dificultat en el seu desplaçament.

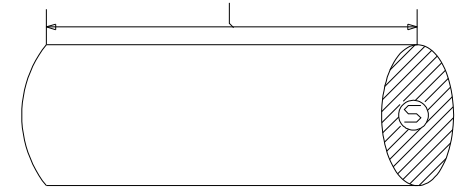


Fig. 1.5

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s} \quad (2)$$

On :

R: Resistència del conductor, mesurada en Ω .

l: Longitud del conductor, mesurada en m.

s: Secció del conductor, mesurada en mm^2 .

ρ : **Coefficient de resistivitat**, mesurat en $\Omega \cdot mm^2 / m$.

A la inversa de la resistivitat se l'anomena conductivitat c .

$$c = \frac{1}{\rho}$$

Exemples: 3 i 4; Problemes: 5, 6, 7, 8, 9, 10 i 11.

18. Variació de la resistència amb la temperatura

La resistència dels conductors metàl·lics augmenta a l'augmentar la temperatura.

Quan augmenta la temperatura, els electrons lliures, al circular dins del metall, es mouran més descordadament augmentant els fregaments amb els àtoms pròxims, amb el que tindran més dificultat en el seu desplaçament.

El carbó i els electrolits disminueixen les seves resistència amb l'augment de

temperatura, mentre que el constantan (al·liatge de coure i níquel) manté la seva resistència constant.

La resistència d'un conductor varia amb la temperatura segons la següent llei:

$$R_2 = R_1 \cdot [1 + \alpha \cdot (t_2 - t_1)] \quad (3)$$

On :

R_2 : Resistència a temperatura t_2 , mesurada en Ω .

R_1 : Resistència a temperatura t_1 , mesurada en Ω .

α : Coeficient de variació de resistència amb la temperatura, mesurat en $1/^\circ\text{C}$ (graus recíprocs).

Exemples: 5 i 6; Problemes: 12 i 13.

19. Tensió elèctrica

La tensió elèctrica entre dos punts d'un conductor es defineix com el treball necessari per desplaçar la unitat de càrrega entre un i un altre punt. A aquesta tensió se li anomena també diferència de potencial (d.d.p.) entre aquests punts. Si dos cossos no tenen la mateixa càrrega elèctrica hi ha una diferència de potencial entre ells.

La tensió elèctrica es representa per la lletra V o U , preferible aquesta última.

20. Unitat de tensió elèctrica

La unitat de tensió elèctrica és el **volt**, que es representa per la lletra **V**.

S'utilitza molt el múltiple del volt, el kilovolt (**kV**); $1\text{kV} = 1000\text{ V}$.

S'utilitza molt el submúltiple el volt, el milivolt (**mV**); $1\text{mV} = 0,001\text{ V}$

21. Mesura de tensió elèctrica

La tensió elèctrica o diferència de potencial entre dos punts es mesura amb un aparell anomenat voltímetre, que es connecta als dos punts la tensió dels quals es vol mesurar (Fig.1.6).

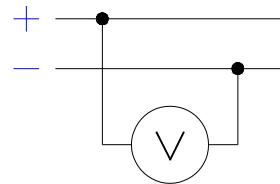


Fig. 1.6

22. Llei d'Ohm

La intensitat de corrent que circula per un conductor és directament proporcional a la tensió elèctrica o diferència de potencial entre els seus extrems i inversament proporcional a la seva resistència (Fig. 1.7).

La tensió elèctrica entre els extrems del conductor impulsa als electrons a través d'ell.

Si augmenta la tensió elèctrica entre els extrems del conductor, també augmenta la velocitat de desplaçament dels electrons, establint-se una major intensitat de corrent.

Mantenint la tensió elèctrica constant, per a un altre conductor que ofereixi una major resistència, disminueix la velocitat de desplaçament dels electrons, establint-se una menor intensitat de corrent.

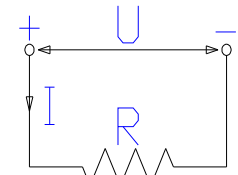


Fig 1.7

$$I = \frac{U}{R} \quad (4)$$

On:

I : Intensitat de corrent elèctric, mesurat en A .

U : Voltatge, mesurat en V .

R : Resistència, mesurada en Ω .

23. Volt

El volt es defineix com la tensió que cal aplicar a un conductor d'un ohm de resistència perquè per ell circuli la corrent d'un ampere.

Exemples: 7 i 8 ; Problemes: 14 i 15.

24. Caiguda de tensió en un conductor

És la disminució de tensió com a conseqüència de la resistència que el conductor presenta al pas d'un corrent elèctric (Fig. 1.8).

La caiguda de tensió en una resistència és igual a la tensió o diferència de potencial entre els seus extrems.

$$U = I \cdot R \quad (4b)$$

On:

U: Voltatge, mesurat en V.

I: Intensitat de corrent elèctric, mesurat en A.

R: Resistència, mesurada en Ω .

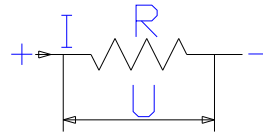


Fig 1.8

Exemple: 9 ; Problema: 16.

25. Caiguda de tensió en una línia de transport de energia elèctrica

És la diferència entre les tensions al principi i al final de la línia (fig. 1.9). Aquesta disminució de tensió és conseqüència de la resistència dels conductors de la línia al pas del corrent elèctric.

$$U_{R_h} = U_i - U_f \quad (5)$$

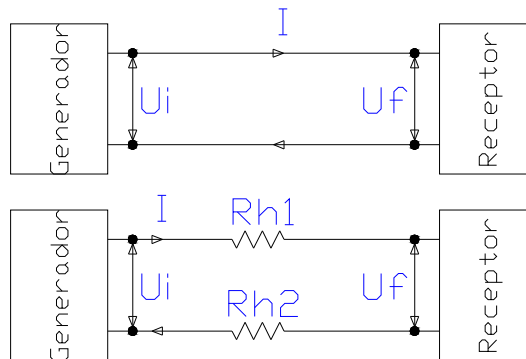


Fig. 1.9

On:

U_{R_h} : Caiguda de tensió a la línia, mesurada en V.

U_i : Tensió al principi de la línia, mesurada en V.

U_f : Tensió al final de la línia, mesurada en V.

Exemples: 10; Problemes: 17 i 18.

EXAMEN 1C9CC

26. Potència elèctrica

És el treball desenvolupat per unitat de temps. La potència elèctrica és el producte de la tensió per la intensitat de corrent.

$$P = U \cdot I \quad (6)$$

On:

P: Potència elèctrica, mesurada en W.

U: Voltatge, mesurat en V.

I: Corrent elèctric, mesurat en A.

27. Unitat de potència

La unitat de potència és el **watt**, que es representa per la lletra **W**. S'utilitza molt un múltiple del watt, el kilowatt (**kW**), $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$.

El watt és la potència que es consumeix un aparell si a l'aplicar-li la tensió d'un volt circula per ell la intensitat de corrent d'un ampere

$$1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}$$

En mecànica s'utilitza com unitat de potència el cavall de vapor (CV o bé HP)

$$1 \text{ CV} = 736 \text{ W}$$

Exemples: 11 i 12; Problemes: 19, 20, 21 i 22.

28. Potència perduda en un conductor

Al circular un corrent elèctric per un conductor, hi ha una pèrdua de potència, que és el producte de la resistència del conductor pel quadrat de la intensitat de corrent.

$$P = I^2 \cdot R \quad (7)$$

On:

P: Potència, mesurada en W.

I: Corrent, mesurat en A.
R: Resistència, mesurada en Ω .

Exemples: 13 i 14; Problemes: 23 i 24.

29. Energia elèctrica

Energia és la capacitat per produir treball. La energia o treball és el producte de la potència pel temps durant el qual actua aquesta potència.

$$E = P \cdot t \quad (8)$$

On:

E: Energia elèctrica, mesurada en J.
P: Potència, mesurada en W.
t: Temps, mesurat en s.

30. Unitat elèctrica de energia

La unitat d'energia és el watt • segon, que s'anomena **joule** i es representa per la lletra **J**.

La unitat pràctica de energia elèctrica és el watt•hora (Wh). S'utilitza molt una unitat múltiple de l'anterior, el kilowatt•hora (**kWh**).

$$1\text{kWh} = 1000 \text{ Wh}$$

Exemples: 15 i 16; Problemes: 25, 26 i 27.

31. Calor produït en un conductor

Al circular un corrent per un conductor, que presenta una resistència, hi ha una pèrdua de energia elèctrica, que es transforma íntegrament en energia calorífica. Aquest fenomen es coneix com **efecte Joule**.
L'energia elèctrica perduda en el conductor és:

$$E = P \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t \quad (9)$$

On:

E: Energia elèctrica, mesurada en J.
P: Potència elèctrica, mesurada en W.
t: Temps, mesurat en s.
I: Intensitat, mesurada en A.
R: Resistència, mesurada en Ω .

La calor produïda en el conductor:

$$q = 0.24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t \quad (10)$$

On:

q: Energia calorífica, mesurada en calories (cal).
I: Intensitat, mesurada en A.
R: Resistència, mesurada en Ω .
t: Temps, mesurat en s.

Exemples: 17 ; Problemes: 28, 29, 30 i 31.

32. Densitat de corrent elèctric

La densitat de corrent elèctric és la relació entre el valor de la intensitat de corrent elèctric que circula per un conductor i la secció geomètrica del mateix (Fig. 1.10). Es representa per la lletra δ (delta).

$$\delta = \frac{I}{S} \quad (11)$$

On:

δ : Densitat de corrent elèctric, mesurat en A/mm^2 .
I: Corrent elèctric, mesurat en A.
S: Secció del conductor, mesurada en mm^2 .

La densitat de corrent en els conductors es limita reglamentàriament per evitar el seu excessiu escalfament per efecte Joule.

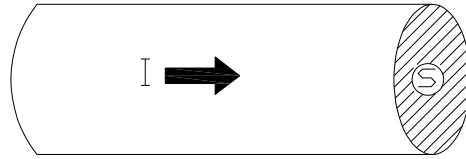


Fig. 1..10

Exemples: 18 i 19 ; Problemes:32, 33, 34 i 35.

33. Curtcircuit

S'anomena curtcircuit a la unió de dos punts, entre els quals hi ha una tensió elèctrica o d.d.p., per un conductor pràcticament sense resistència (Fig. 1.11); el que origina, segons la llei d'ohm, una intensitat de valor molt elevat.

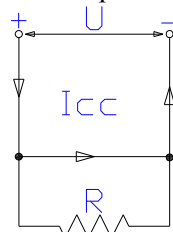


Fig. 1.11

Exemples: 20.

34. Fusible o tallacircuits

És una porció d'una línia elèctrica que s'ha fet de menor secció que la resta de la mateixa, amb la finalitat que es fongui per efecte Joule quan la intensitat pren un valor molt elevat (sobrintensitat); interrompent així el pas del corrent elèctric.

Com fusibles s'utilitzen fils de coure o de plom.

35. Resistència de contacte

Quan s'uneixen dos conductors per establir un contacte elèctric entre ells,

existeix una resistència elèctrica en el punt d'unió, que s'anomena resistència de contacte. La unió s'escalfa per efecte Joule quan circula per ella un corrent elèctric.

Per evitar que la resistència de contacte sigui elevada cal fer la unió el més perfecta possible.

EXAMEN 2C9CC

36. Acoblament de resistències en sèrie

La connexió en sèrie de dues o més resistències consisteix a connectar-les unes a continuació de les altres (Fig. 1.12). L'acoblament té les següents característiques:

1) Totes les resistències són recorregudes per la mateixa intensitat de corrent elèctric.

$$I = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3} \quad (12a)$$

2) La tensió total en extrems de l'acoblament és igual a la suma de tensions en extrems de cada resistència.

$$U = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3} \quad (12b)$$

3) La resistència total de l'acoblament és igual a la suma de totes les resistències connectades.

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \quad (12c)$$

Els electrons lliures, al circular successivament per diversos conductors, que presenten oposició al seu desplaçament, tindran més dificultat que per circular per un sol conductor.

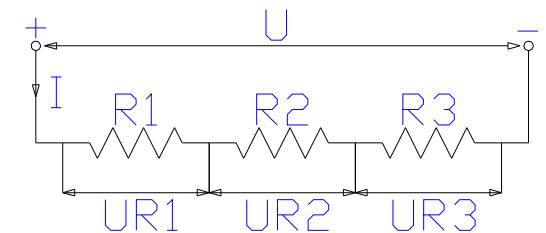


Fig. 1.12

Exemples: 21 ; Problemes: 36, 37, 38 i 39.

37. Reòstats

Són resistències variables utilitzades per regular la intensitat de corrent elèctric que circula per un aparell (Fig. 1.13).

Segons la llei d'Ohm la intensitat disminueix al augmentar la resistència en el reòstat.

$$I = \frac{U}{R + R_r} \quad (13)$$

On:

I: Corrent elèctric, mesurat en A.

U: Voltatge, mesurat en V.

R_r: Resistència del reòstat, mesurada en Ω.

R: Resistència del receptor, mesurada en Ω.

Exemples: 22 ; Problemes: 40.

38. Primera llei de Kirchhoff

La suma d'intensitats de corrent que arriben a un punt de connexió de diversos conductors és igual a la suma d'intensitats de corrent que s'allunyen d'ell (Fig. 1.14).

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5 \quad (14)$$

Els electrons lliures circulen pel punt de connexió, essent el nombre d'electrons que arriben a l'esmentat punt, en un determinat temps, igual al nombre d'electrons que surten del mateix.

Exemples: 23 ; Problemes: 41.

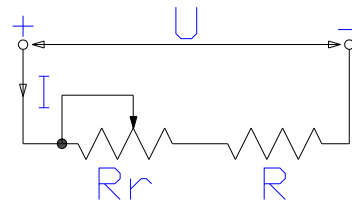


Fig 1.13

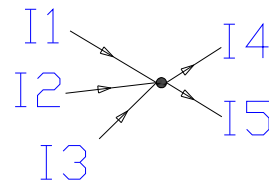


Fig. 1.14

39. Acoblament de resistències en paral·lel

La connexió en paral·lel de dues o més resistències consisteix a connectar els extrems de totes elles a dos punts comuns (Fig. 1.15).

L'acoblament té les següents característiques:

1) La tensió elèctrica entre els extrems de les resistències és igual per a totes elles.

$$U = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3} \quad (15a)$$

2) La intensitat de corrent total de l'acoblament és igual a la suma de les intensitats de corrent que circulen per cada resistència.

$$I_t = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} \quad (15b)$$

3) La resistència total de l'acoblament és igual a la inversa de la suma de les inverses de les resistències connectades.

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \quad (15c)$$

Els electrons lliures, quan circulen per diversos conductors en paral·lel, al tenir diversos camins per circular, té menor dificultat en el seu desplaçament que si circulessin per un sol conductor.

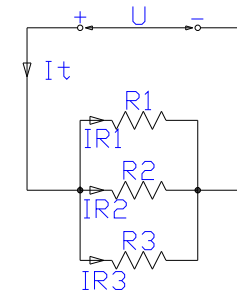


Fig. 1.15

Exemples: 24, 25 | 26 | i 27, ; Problemes: 42, 43, 44 | 45 | 46, 47, 48, 49 i 50.

EXAMEN 3C9CC