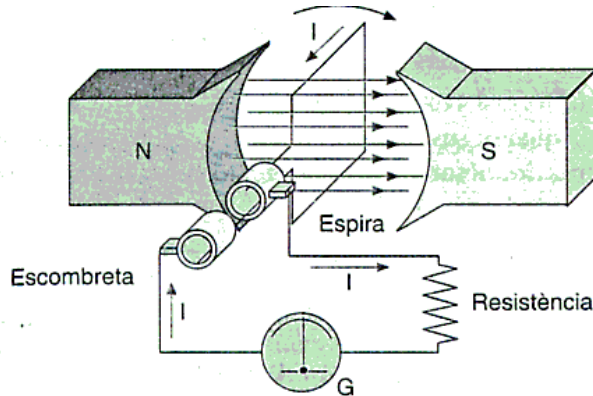


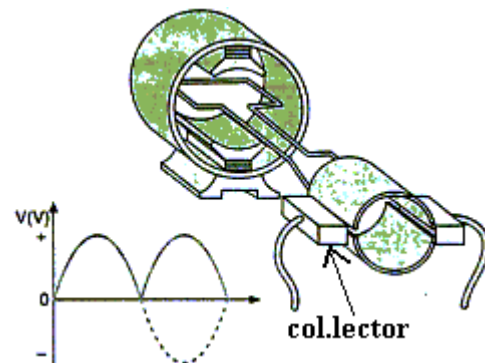
Motors de CC

Es fonamenta en la reversibilitat de la dinamo

alternador generador altern monofàsic:



Si el que volem és obtenir corrent continu, ho farem a partir de: **dinamo**

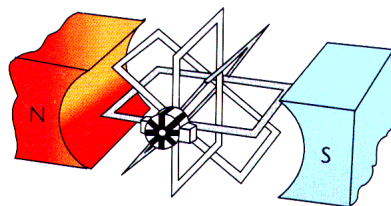


$$\varepsilon_{\max} = NBS\omega ; \varepsilon_{\text{eficax}} = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}} = K_i \phi n$$

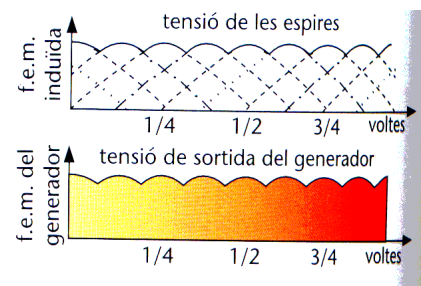
Si augmentem el nombre d'espises tindrem el següent:

- generador de c.a.: augmentarà l'amplitud del senyal sinusoïdal

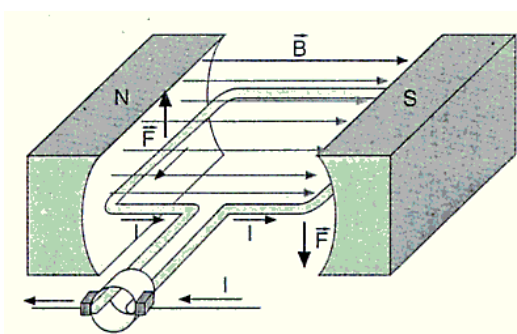
- dinamo: augmentarà la freqüència del corrent rectificat.



INDUÏT AMB QUATRE ESIPIRES



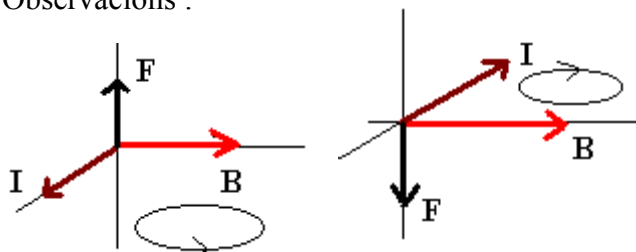
Principi de funcionament



$$\vec{F} \propto \vec{I} \wedge \vec{B} ; F = BI l \sin(\vec{I}, \vec{B})$$

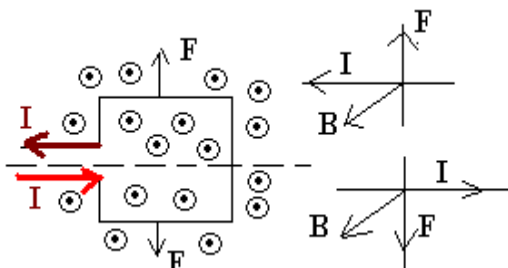
← Si el que volem és convertir la dinamo en un motor CC el que farem és el següent

Observacions:

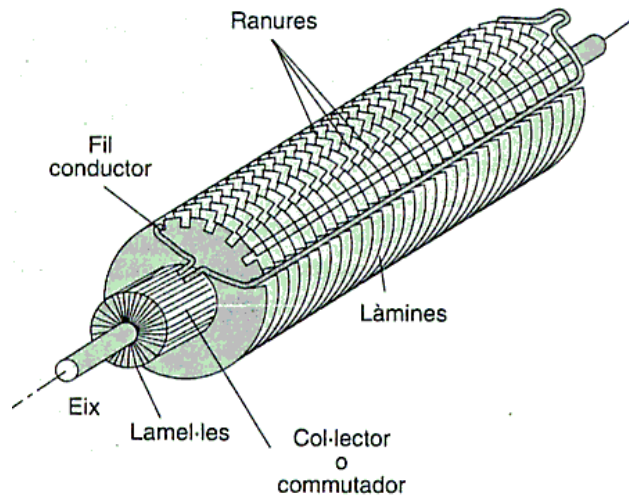
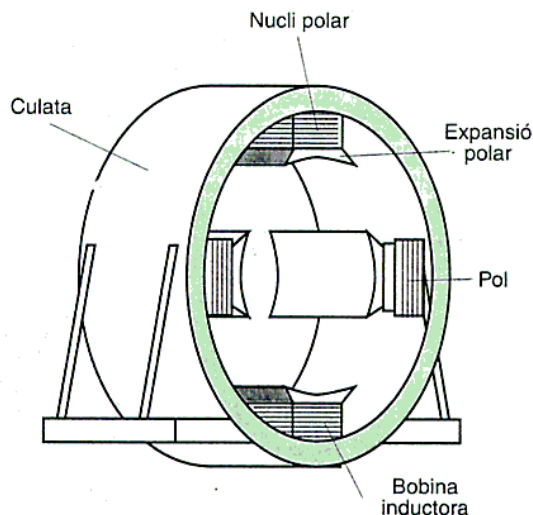


Si invertim el sentit del corrent invertirem el sentit de gir.

Si l'espisa en el moment d'arrancada estigués perpendicular a com està a l'esquema llavors no podria arrancar ja que estaria en un punt mort.

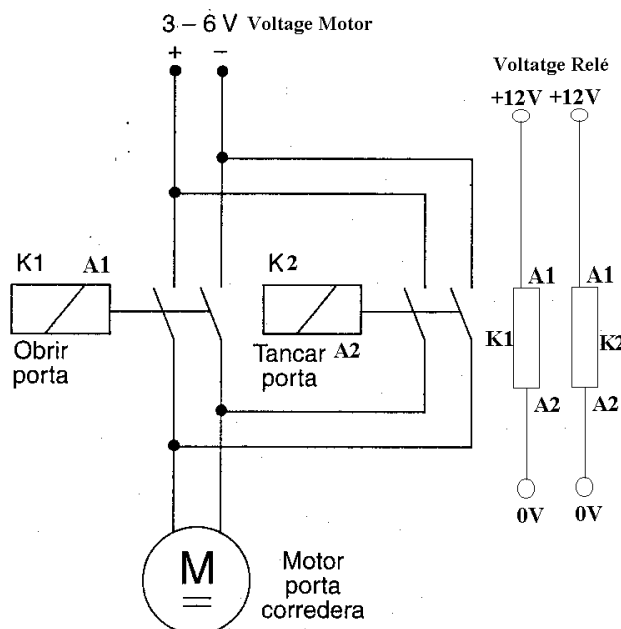


Per assolir un funcionament més òptim a l'hora d'arrencar i controlar les diferents maniobres s'afegeixen més espires al rotor i més parells de pols a l'estator (que a la pràctica els imants es canvien per electro-imants).



Inversió del sentit de gir

1. Invertint la polaritat de la pila



Paràmetres

Força ContraElectromotriu $\mathcal{E}'$

La variació de flux en el rotor pel fet de girar aquest es manifesta segons la llei de Lenz en una fem induïda que s'oposa a la causa que el provoca és a dir a la tensió V_L aplicada al motor.

D'acord amb el principi dels alternadors la força electromotriu induïda a l'espira quan girava sota la influència d'un camp magnètic :

$$\mathcal{E}_{\max} = NBS\omega \quad (N \text{ espires})$$

$$\mathcal{E}_{\text{eficaz}} = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}} ;$$

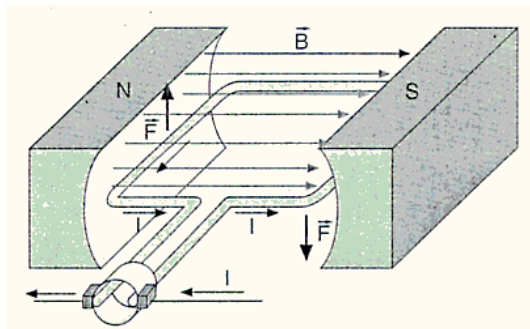
Si $\phi = BS$ i $\omega = 2\pi f = 2\pi 60 \text{ n}$
on n velocitat en rpm) podem establir :

$$\mathcal{E}' = \frac{N2\pi \cdot 60}{\sqrt{2}} \cdot \phi \cdot n = K_1 \cdot \phi_{\text{inductor}} \cdot n$$

2. Invertint la polaritat del sist. excitador

(invertint con.nexions bobinatge inductor)

$$I \text{ a més podem deduir } n = \frac{\mathcal{E}'}{K_1 \phi_{\text{inductor}}}$$



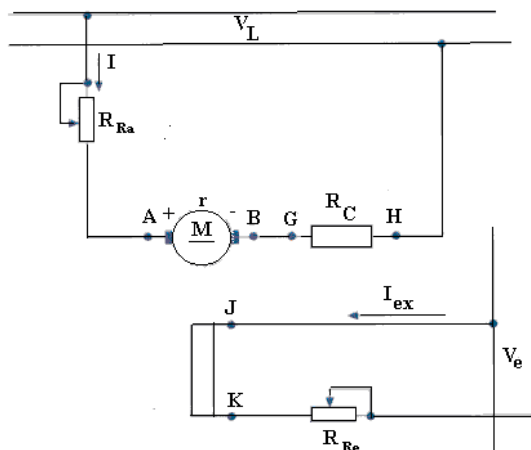
Parell Motor

Si ens fixem en el principi de funcionament dels motors CC tenim que l'espira gira per la interacció entre el camp magnètic i la intensitat que la travessa, generant un parell de forces que segons la llei de Laplace: $\vec{F} \propto \vec{I} \wedge \vec{B}$. L'expressió en mòdul és $F = B I l$ on l és la longitud de l'espira. A partir d'aquí podem deduir quin serà el parell del motor:

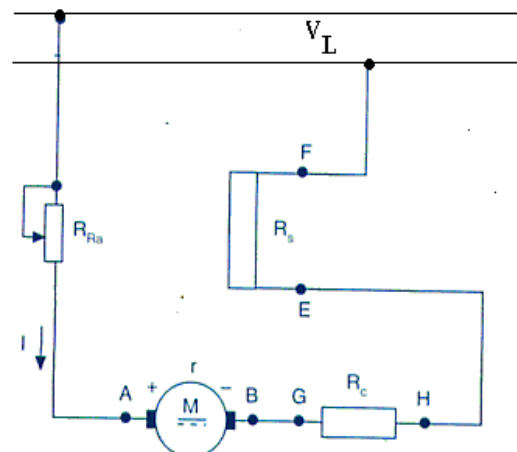
Si considerem que tenim N espiras, que el seu radi sigui R i que el parell motor està generat per un parell de forces ($2F$), llavors l'expressió del moment serà:

$$\Gamma_{\text{Motor}} = 2FR = FD = N \cdot B \cdot I \cdot l \cdot D = N \frac{\phi}{S} I l D = \frac{NID}{S} \cdot \phi_{\text{inductor}} \cdot I = K_2 \cdot \phi_{\text{inductor}} \cdot I_{\text{induïda}}$$

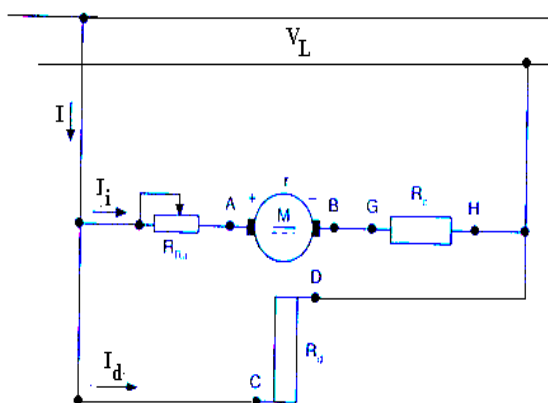
Hem de distingir entre la intensitat inductora I generada en els bobinatges (electroimants) de l'estator i la intensitat induïda al rotor I_i . La seva relació dependrà del tipus de con. nexió entre el bobinatge inductor i l'induït (independent, sèrie, paral.lel, mixte).



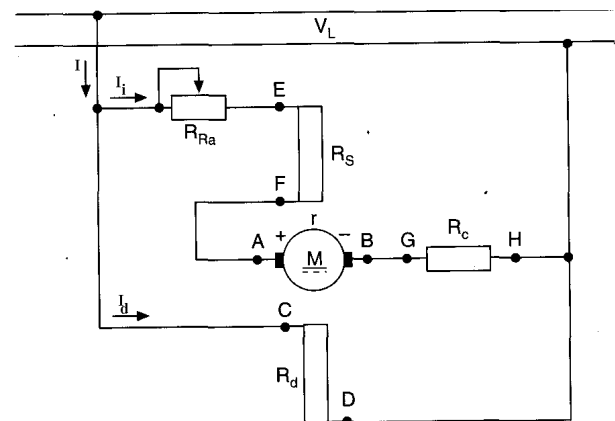
Excitació Independent



Sèrie



Paral.lel



Compound

Observacions : El flux ϕ es proporcional a la intensitat que passa pel bobinatge inductor

: Llei d'Ampere : $\phi_{inductor} = BS = \mu \frac{NI}{l} S = \frac{\mu N S}{l} I = K_3 I_{induïda}$

Intensitats

Les resistències solen ser baixes per reduir el màxim possible les pèrdues per efecte Joule un cop el motor ja està en marxa o règim nominal que es diu.

V_{CO} : Voltatge entre col·lector i escombretes ≈ 2 V

$$V_L = \epsilon' + I_{induïda} R_T + 2 V_{CO} \quad I_{induïda} = \frac{V_L - \epsilon' - 2V_{CO}}{R_T}$$

Procés d'arrencada

En el moment de l'arrencada $\epsilon' = 0$ ja que si $n=0$ i $n = \frac{\epsilon'}{K_1 \phi_{inductor}} \rightarrow \epsilon' = 0 \quad I_{induïda} = I_a \uparrow \uparrow$

Per reduir aquesta intensitat induïda i no cremar el bobinatge (per efecte Joule $I^2 R$) induït afegim una resistència variable o reostat en el procés d'arrencada i que es desactivarà **a poc a poc** :

$$I_a = \frac{V_L - 2V_{CO}}{r + R_C + R_a} ;$$

En el procés d'arrencada com que ϵ' va augmentant , la $I_{induïda} = \frac{V_L - \epsilon' - 2V_{CO}}{r + R_C + R_a}$ anirà

minvant i en conseqüència el parell $\Gamma_{motor} = K_2 \phi_{inductor} I_{induïda}$ també minvarà. Si no ens volem trobar amb la situació en que el Γ_{motor} estigui per sota $\Gamma_{resistent}$ descon.nectarem a poc a poc el reostat fins arribar el punt en que $\Gamma_{motor} = \Gamma_{resistent}$. En el moment de l'arrencada hem de pensar que el motor ha de ser capaç $\Gamma_{motor} = \Gamma_{arrencada} = \Gamma_{resistent} + \Gamma_{inèrcia}$ a rotar . Si descon.nectarem el reostat de cop $\Gamma_{motor} = \Gamma_{resistent}$ podria donar-se el cas que si no hem assolit el règim de voltes nominal ja no el podríem assolir perquè no podríem fer front a la inèrcia d'augmentar el nombre de voltes per segon o també podria passar si R_a no es massa elevada que el Γ_{motor} estigui per sota $\Gamma_{resistent}$ i el motor acabaria aturant-se .

El procés d'arrencada és semblant al funcionament en curtcircuit , quan el motor té les condicions de funcionament nominals i no deixem girar el rotor , en aquest cas com $\epsilon' = 0$ la intensitat pel bobinatge augmenta considerablement corrent el perill de cremar-se ràpidament .

Velocitat de gir

$$n = \frac{\epsilon'}{K_1 \phi} = \frac{V_L - I_{induïda} R_T - 2}{K_1 \cdot \phi} \text{ com que } R_T \downarrow \downarrow \text{ i la intensitat es normal el producte } I R_T$$

el podem menysprear i establir $n \approx \frac{V_L}{K_1 \phi}$. D'aquí deduïm que podem manipular la

velocitat de dues maneres : a) variant la tensió aplicada al motor V_L

b) variant $\phi_{inductor}$

Com que tots aquests paràmetres estan relacionats entre sí a través de les diferents Lleis : Ampere, flux $\phi_{inductor} = K_3 I_{induïda}$

$$\text{Lenz } \varepsilon' \text{ i } n, n = \frac{\varepsilon'}{K_1 \phi_{inductor}}$$

$$\text{Laplace : } \Gamma_{motor} = K_2 \cdot \phi_{inductor} \cdot I_{induïda}$$

A l'hora d'estudiar el comportament d'un motor de CC haurem d'analitzar tots aquests paràmetres en els diferents dissenys possibles, a més de veure quina relació hi ha entre ells, perquè segur que ens determinaran les prestacions i limitacions d'aquests motors.

Per exemple l'estabilitat d'un motor CC dependrà de la relació entre el parell motor i la velocitat. Serà estable si :

Si $n \uparrow \rightarrow \Gamma_{motor} \downarrow$ en cas contrari s'embalarà.

Si $n \downarrow \rightarrow \Gamma_{motor} \uparrow$ en cas contrari s'aturarà.

Altres paràmetres : **Potències i Pèrdues**

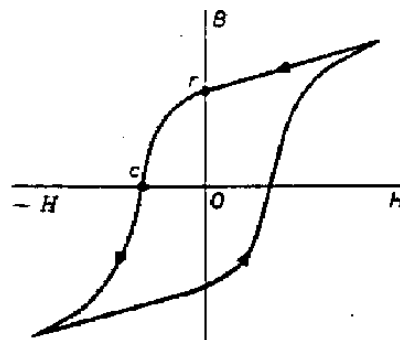
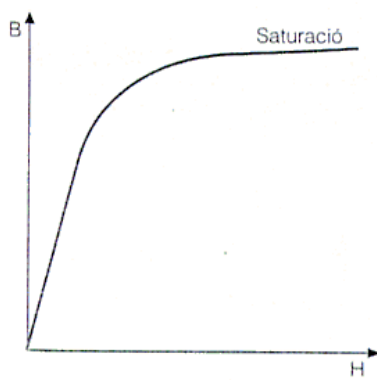
$$Pot_{abs} = V_L I = Pot_{útil} + Perd_{mc} + Perd_{el} (Cu) + Perd_{mag} (Fe)$$

$Perd_{mc} \equiv$ Pèrdues mecàniques produïdes la majoria per fregament

$Perd_{el} \equiv$ Pèrdues Elèctriques produïdes per efecte Joule

$Perd_{mag} \equiv$ Pèrdues magnètiques produïdes en els nuclis de ferro, pel **cicle d'histèresi** i les corrents de Foucault

Pèrdues per histèresi: La circulació de corrents alterns (arrecar i aturar-se) per les bobines impliquen la generació de camps magnètics alterns que magnetitzaran el nucli ferromagnètic. L'alternància del sentit de **B** de forma periòdica fa que es repeteixi el cicle d'histèresi repetidament. El fet que les corbes del cicle no coincideixen provoca que els balanços d'energia no quedin compensats i per tant apareixen pèrdues energètiques. Les pèrdues per histèresi són inevitables però sí minimitzables si s'escullen materials amb l'àrea interior mínima.



Els corrents de Foucault: Aquests només apareixen quan el corrent que circula per la bobina que envolta en material ferromagnètic, és un corrent altern. Sobre el material apareixeran corrents paràsits l'origen dels quals és la variació del flux a través de la bobina. Aquest fenomen queda explicat per les lleis de Faraday i Lenz. De vegades es necessari evitar-los ja que molts aparells com els transformadors es poden malmetre degut a aquest fenomen. Per evitar els corrents paràsits només cal substituir el material massís ferromagnètic per làmines de material separades per un òxid i evitar així el curtcircuit i la propagació dels corrents de **Foucault**.

En qualsevol cas no són massa importants aquestes pèrdues .

Continuant amb les potències podem establir que :

$$Pot_{interna} = \epsilon' \cdot I_i$$

$$Pot_{abs} = V_L I = (Pot_{\text{útil}} + Perd_{mc}) + Perd_{el}(Cu) + Perd_{mag}(Fe) = Pot_{interna} + Perd_{em}$$

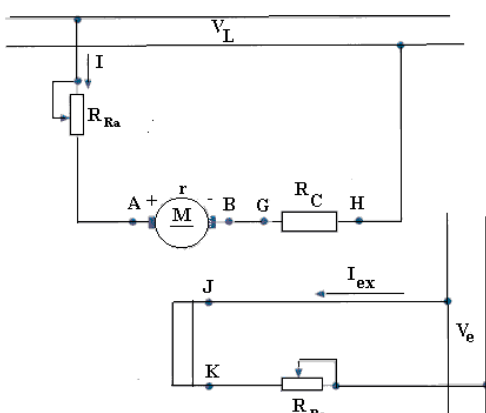
$$\text{On } Pot_{interna} = Pot_{\text{útil}} + Perd_{mc} \text{ i } Perd_{em} = Perd_{el} + Perd_{mag}$$

Pel que fa als **rendiments** :

$$\eta_r = \frac{P_{\text{útil}}}{Pot_{abs}} \quad \eta_{mc} = \frac{Pot_{\text{útil}}}{Pot_{interna}} \quad \eta_{em} = \frac{Pot_{interna}}{Pot_{abs}} \quad \eta_T = \eta_{mc} \cdot \eta_{em}$$

Anàlisi de diferents dissenys de Motors de CC

Excitació Independent



$$n \approx \frac{V_L}{K_1 \phi_{inductor}}$$

Com que l'inductor i l'induit són dos circuits elèctrics independents la velocitat la podrem controlar de dues maneres :

- controlant V_L en el circuit induït
- controlant $\phi_{inductor} = K_3 I_{ex}$ en el inductor amb ajuda del reostat R_{Re} de manera que

$$I_{ex} = \frac{V_e}{R_{bobina} + R_{Re}};$$

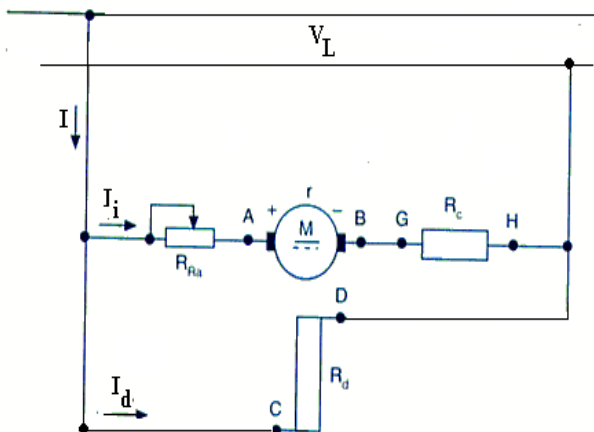
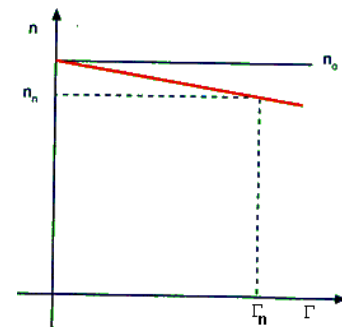
Com que són independents els circuits encara que varïe la intensitat de càrrega el flux inductor serà el mateix i llavors la velocitat no variarà gaire d'acord amb

$n = \frac{V_L - IR_T - 2}{K_1 \cdot \phi} \approx \frac{V_L}{K_1 \phi_{inductor}}$. Però com $\Gamma_{motor} = K_2 \cdot \phi_{EX} \cdot I_{induïda}$ encara que no varïe ϕ_{ext} , com I varia ,també ho farà el parell i per tant la velocitat n també d'acord en que $Pot_{Motor} = \Gamma \cdot \omega = \Gamma \cdot \frac{2\pi}{60} n$ o per que $\varepsilon' = V_L - IR_T - 2$

Si menyspreiem les pèrdues en els debants inductor i induït per efecte Joule podem establir que la $Pot_{motor} = P_{interna} = \varepsilon' I_{induïda} = \Gamma \cdot \frac{2\pi}{60} n$ equació que ens permetrà establir el gràfic velocitat-parell

Aixó vol dir que aquest motor es interessant en aplicacions on :

- variacions brusques de càrrega no afecten massa a la velocitat de gir
- comportament estable , parell i velocitat es compensen en un ampli marge



Un motor de característiques semblants és el **motor shunt** amb el debanatge inductor en paral·lel amb el debanatge induït . D'aquesta manera encara que varïe la intensitat de càrrega el flux inductor que depen de I_d continuarà valent el mateix aproximadament ,però $\varepsilon' = V_L - IR_T - 2 \downarrow$

$$i \text{ la } n = \frac{V_L - IR_T - 2}{K_1 \cdot \phi} \approx \frac{V_L}{K_1 \phi_{inductor}}$$

també ho farà una mica .

$$I = I_d + I_{induïda}; I_{inductora} = I_d = \frac{V_L}{R_d}; \phi_D = \phi_{inductor}$$

$$\Gamma_{motor} = K_2 \cdot \phi_D \cdot I_{induïda}$$

Es interessant en màquines eina per la seva estabilitat front a variacions contínues de la càrrega. El $\Gamma_a \approx 2 \Gamma_n$ s'ajusta a la càrrega . No es convenient en arrancar-les amb càrrega.

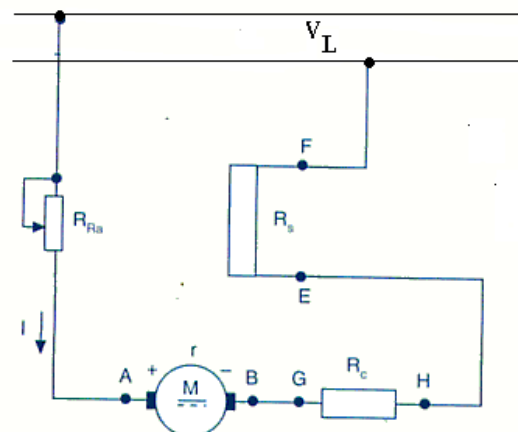
Si el que volem és obtenir un parell d'engegada elevat connectarem els bobinatges inductor i induït en sèrie: $I = I_{induïda} = I_{inductora}$

D'aquesta manera :

$$\Gamma_a = K_2 \phi_{inductor} I_a = \{ \phi_{inductor} = K_3 I_a \} = K_2 K_3 I_a I_a =$$

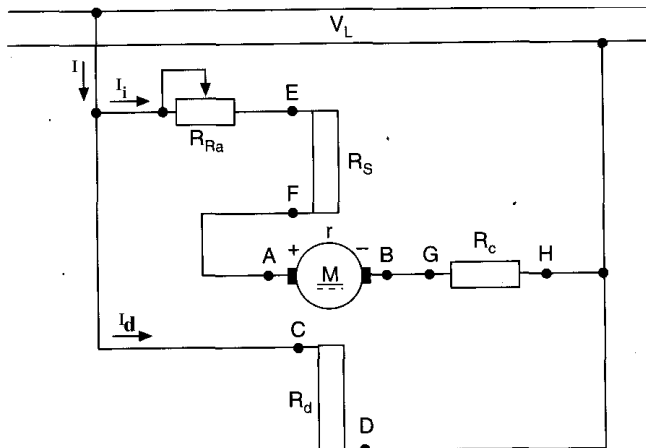
$$K_4 I_a^2 ; \Gamma_{motor} = K_2 \phi_{inductor} I_{induïda} =$$

$$\{ \phi_{inductor} = K_3 I_{induïda} \} = K_4 I_{induïda}^2$$





Si treballa en buit ($I = I_{\text{inductora}} = I_{\text{induïda}} \approx 0 \rightarrow \phi_{\text{inductor}} = K_3 I_{\text{induïda}} \approx 0$) d'acord amb $n \approx \frac{V_L}{K_1 \phi_{\text{inductor}}}$, $n \uparrow \uparrow \uparrow$ i s'embalarà perillosament. Es interessant per tramvies i trens elèctrics amb arrencades en molta càrrega i ampli marge de variació n



Amb el següent disseny **Compound** el que tenim és un parell d'engegada una mica més elevat que en paral·lel. La combinació de tots dos bobinatges

$$\Gamma_a = K_2 (\phi_D + \phi_S)_{\text{inductor}} (I_S + I_D)$$

a l'hora d'analitzar la velocitat :

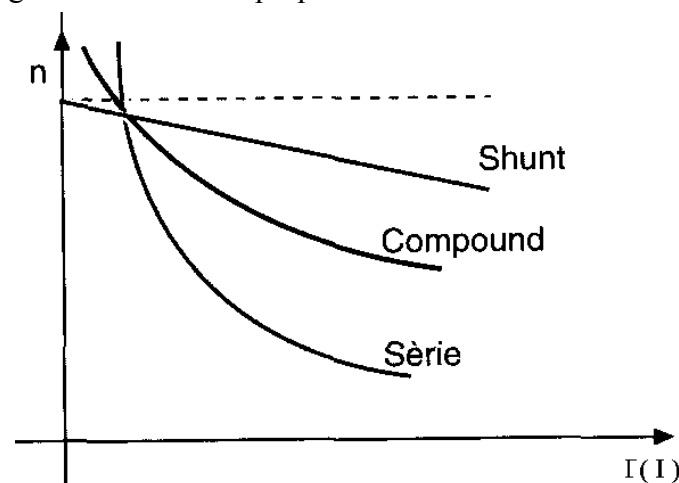
$$n = \frac{V_L - IR_T - 2}{K_1 (\phi_D + \phi_S)} \approx \frac{V_L}{K_1 (\phi_D + \phi_S)}$$

Consequim ampliar el marge de variació de velocitat respecte al shunt gràcies a la presència de ϕ_S que varia lligat amb la variació de càrrega I , encara que ϕ_D no variï.

Per un altra part no correm el perill que s'embale perillosament encara que $\phi_S \downarrow \downarrow$ ja que tenim la presència de ϕ_D .

Seria interessant per arrencades amb un parell d'engegada considerable i a més per controlar la velocitat sota càrregues variables. Per exemple compressors.

Amb el següent gràfic resumim les propietats més relevants dels diferents dissenys



1. En un catàleg comercial obtenim dades nominals d'un motor de CC : potència mecànica : 500 W ; velocitat : 3000 rpm; rendiment : 78 % . Calculeu :
 - a) potència elèctrica que consumeix
 - b) pèrdues de potència i parell que pot desenvolupar.
 - c) Es pot usar en una grua per aixecar masses de 100 Kg a una velocitat d'1m/s ?

2. Una bobina rectangular de 20 espiras i dimensions 20 cm x 40 cm pot girar sobre un eix paral·lel als costats més grans , situat a la meitat dels costats menors. L'eix de gir és perpendicular a un camp magnètic de 0,3 T i la velocitat ,1200 rpm .
 - a)Quin valor té la fem generada en la bobina
 - b) Quina intensitat hi passa quan tanquem el circuit de la bobina amb una resistència de 10 Ω ?

- 3.El rotor d'una dinamo amb excitació independent gira a 2400 rpm.El paràmetre K_i de la màquina és de 30 V Wb⁻¹ rpm⁻¹ ; el flux per pòl , 10 mWb i el debanament induït 0,15 Ω . La càrrega consumeix uanintensitat variable entre 0 i 40 A . Quin rang de valors té la tensió en la càrrega ?

- 4.Les dades d'un generador de CC amb excitació independent són $K_i=30$ V Wb⁻¹ rpm⁻¹ ; flux màxim per pol ,15 mWb ; resistència del circuit induït ,90 m Ω .El rotor gira a una velocitat de 1300 rpm i la càrrega consumeix 50 A .
 - a)Quina fem genera la dinamo ?
 - b) Quina tensió hi ha a la càrrega ?
 - c)Quina és la cdt en la resistència del circuit induït
 - d)Si volem augmentar la fem generada en un 5% , quina velocitat ha de tenir el rotor ?

5. Una dinamo alimenta una càrrega de 20 kW a una tensió de 200V.La velocitat de gir del rotor és de 1250 rpm i la resistència del debanament induït ,150 m Ω .La potència de la càrrega disminueix un 10 % . Per conservar constant la tensió en la càrrega , quina velocitat de gir del rotor caldrà ?

6. Una dinamo xunt té una resistència d'induí de 45 m Ω i de 24 Ω en el circuit inductor .Subministra una intensitat de 18 A amb una tensió en els escombretes de 98 V. Calcula
 - a) La intensitat en el circuit inductor
 - b) la intensitat en el circuit induït
 - c)la fem induïda
 - d)Les pèrdues de potència en els circuits inductor i induït
 - e)rendiment elèctric (menyspreiem les pèrdues mecàniques i les magnètiques)

7. Una dinamo amb l'inductor en sèrie té un debanament induït amb 70 m Ω i d'1 Ω en el debanament inductor. La velocitat de gir del rotor és de 1000 rpm ; subministra una intensitat de 60 A amb una tensió en escombretes de 120V. La constant $K_i=10$ V Wb⁻¹ rpm⁻¹ . Calcula :
 - a) fem generada
 - b) el flux magnètic
 - c) Les pèrdues de potència per efecte Joule en els debanaments
 - d) Rendiment elèctric

8. Les dades electromagnètiques d'un motor de CC amb excitació independent són :
 $K_i = 20 \text{ V Wb}^{-1} \text{ rpm}^{-1}$ i flux màxim per pol , de 30 mWb .Connectat a una tensió contínua de 100 V absorbeix una potència de 2 kW i gira a una velocitat de 160 rpm . a)Quina intensitat absorbeix el motor ?
 b) Quina ϵ indueix ?
 c)Quin és el valor de la resistència del circuit induït ?
 d)Quines pèrdues hi ha al circuit induït ?
 Si suposem que les pèrdues mecàniques i magnètiques ,englobades , són un 30 % de les pèrdues en el coure ,
 e)quina potència mecànica desenvolupa el motor ?
 f)Quin parell de forces ?
- 9.Un motor de CCd'excitació independent connectat a una xarxa de 400 V desenvolupa una potència mecànica de 30 CV i gira a una velocitat de 1350 rpm .La resistència del circuit induït és de 150 m Ω i el seu rendiment global és del 85 %.Calcula:
 a) El parell motor desenvolupat
 b) La intensitat absorbida de la xarxa elèctrica
 c) Les pèrdues per efecte Joule en el circuit induït
- 10.Un motor de CC amb excitació independent absorbeix 10 kW d'una xarxa de corrent continu de 200 V.Les dades del motor són : $K_i = 20 \text{ V Wb}^{-1} \text{ rpm}^{-1}$; flux màxim per pol , 25 mWb; resistència del circuit induït , 0,1 Ω .Troba els paràmetres mecànics :
 a) potència
 b) parell
 c) velocitat
- 11 Les dades conegudes en un motor shunt són : tensió d'alimentació 220 V de corrent continu; potència elèctrica absorbida de la xarxa de contínua : 4500 W ; resistència del debanament inductor :300 Ω ; resistència del debanament induït : 0,5 Ω . Calcula :
 a) ϵ generada
 b) rendiment elèctric
 c) potència mecànica amb un rendiment global del 85%.
12. Un motor shunt té les característiques següents : potència útil , 4 CV ; rendiment global 85% ; velocitat nominal 1400 rpm ; tensió d'alimentació nominal , 120 V ; velocitat en buit 1500 rpm .Les pèrdues en el coure són aproximadament un8% de la potència elèctrica absorbida (6% en el circuit induït i 2% en el circuit inductor). Calcula :
 a) ϵ en buit
 b) ϵ en condicions de funcionament nominal
 c) El valor d'un potènciòmetre connectat en sèrie per tal que la intensitat a l'arrencada no superi el 200% de la intensitat nominal .
13. Un motor xunt té una potència útil de 20 kW a una tensió de 400 V , amb un rendiment global del 90%.En buit , sense càrrega , el motor absorbeix una potència de 1650 W i gira a una velocitat de 1870 rp. La resistència del debanament induït és de 130 m Ω i la del debanament inductor és de 200 Ω . Calcula :
 a) velocitat i parell desenvolupat a plena càrrega
 b) pèrdues en el coure

14. Un motor sèrie té les característiques següents : 220 V , 100 A , 25 CV . La seva velocitat és de 1400 rpm ; el debanament induït , de 200 mΩ , i el debanament inductor , de 120 mΩ . Calcula :

- El parell nominal
- La potència elèctrica absorbida
- La fem ε'
- Les pèrdues en el coure
- Les pèrdues conjuntes en el ferro i mecàniques .

15. Un motor sèrie alimentat a 220 V gira a una velocitat de 1690 rpm i consumeix una intensitat de 40 A . Les resistències dels debanaments induït i inductor són de 0,24 Ω i 80 mΩ . Quan treballi amb una càrrega la meitat de l'especificada a les dades calcula :

- velocitat i parell
- potència

16. Un motor de CC amb excitació sèrie té una $R_t = 0,5 \Omega$ i genera una f_{cem} de 200 V quan gira a 1200 rpm i està connectat a una xarxa de 220 V . Calcula :

- Potència útil i el rendiment del motor si les pèrdues mecàniques són de 300 W
- Parell Intern i Parell útil

17. Un motor sèrie de característiques $r + R_c = 0,2 \Omega$ i $R_s = 0,3 \Omega$ connectat a una xarxa de 220 V i funcionant a plena càrrega , absorbeix una potència de 2,2 kW , amb un rendiment total del 85 % , quan $n = 1000$ rpm . Calcula :

- potència útil i potència perduda en el motor
- parell útil i parell d'engegada si $I_a = 2 I_l$
- velocitat del motor quan treballa a $\frac{1}{2}$ PC

18. Un motor de CC compound amb connexió llarga i additiu , de caractéristique $R_d = 220 \Omega$, $R_s = 0,5 \Omega$ i $r + R_c = 0,5 \Omega$ subministra una potència útil d'11 Cv , quan funciona a PC i absorbeix 22 A , connectat a una línia de 440 V . Calcula :

- f_{cem}
- potència interna
- pèrdues electromagnètiques i rendiment electromagnètic
- pèrdues mecàniques i rendiment mecànic.
- Rendiment total del motor

19. Un motor de CC en derivació amb $r + R_c = 0,6 \Omega$ i $R_d = 40 \Omega$, està connectat a una línia de 440 V . Si la f_{cem} és de 400 V i el rendiment és del 85 % , determina :

- potència absorbida
- parell útil a 1500 rpm

20. Un motor shunt de característiques $r = 0,2 \Omega$; $R_c = 0,5 \Omega$; $R_d = 210 \Omega$, està connectat a una línia de CC de $V_L = 420$ V i consumeix $I = 32$ A . Calcula :

- f_{cem} que desenvolupa
- rendiments electromagnètic, mecànic i total si les pèrdues són de 160 W
- parell intern i parell útil quan el motor gira a 1000 rpm i treballa a PC.
- Valor del reostat d'engegada perquè $I_a = 1,5 I_l$



21. Un motor sèrie de característiques $r = 0,25 \, \Omega$; $R_c = 0,1 \, \Omega$ i $R_s = 0,1 \, \Omega$, ens dona una potència útil de 10 CV , quan connectat a una xarxa de 220 V consumeix 40 A i gira a 1500 rpm . Calcula :

- a) rendiments elèctric , mecànic i total.
- b) Parell útil
- c) Resistència del reòstat d'engegada si $I_a = 1,5 I_i$
- d) Parell d'engegada
- e) La velocitat del motor si reduïm la càrrega a 30 A

22. Un motor CC compound és alimentat a 150 V. Les seves resistències són :

$R_d = 30 \, \Omega$, $r + R_c = 0,2 \, \Omega$ i $R_s = 0,1 \, \Omega$. Quan s'acopla una càrrega a l'eix els fils de la línia absorbeixen una potència de 4500 W i gira a 1000 rpm. Calcula :

- a) I_d , I_i i I_{abs}
- b) ϵ'
- c) Les pèrdues mecàniques
- d) El parell Motor