TD26 EXI   Grp 2

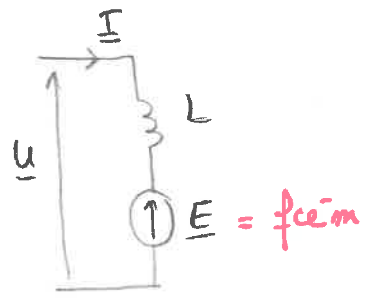
1. En régime permanent : Ω_R = vitesse de rotation du moteur

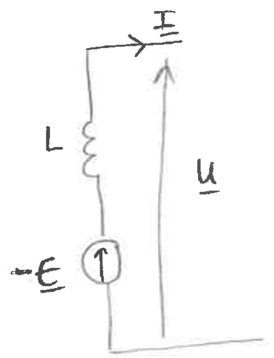
= constante

$= \frac{d\omega}{dt}$ Oh ! ce n'est pas homogène

$\Omega_R = \omega$ = pulsation des courants du stator.

2. en fonctionnement moteur :   en fonctionnement alternateur :





3. Φ = constante du moteur → dépend du nombre de conducteurs de l'induit le N
et du flux de l'inducteur ?? pas de sens.

$\Phi = k I_e$

$= N B_R S$

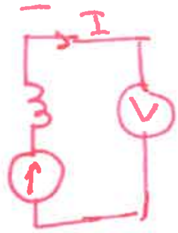
4. $\Phi = \frac{E}{\Omega} = \frac{120}{6{,}0.10^3 \text{ trs/min}} = 0{,}02 \text{ V.min.tours}^{-1}$

$= \frac{120 \times 60}{6{,}0.10^3 \times 2\pi} \simeq 0{,}2 \text{ V.rad}^{-1}.\text{s}$

$\simeq 0{,}19$ Wb

en circuit ouvert

$I = 0$



5. Loi d'Ohm en fonctionnement moteur

$u = I_{cc}(j\omega L + E) \iff L = \frac{u - I_{cc} E}{j\omega I_{cc}}$

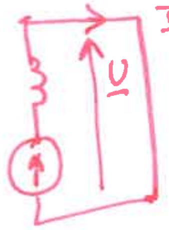
⚠ HOMOGÉNÉITÉ

a ici, $\omega = \Omega$

et $u = 0$ car court-circuit

en court-circuit

$I_{cc} = 120$ A



~~$\iff L = \left|\frac{E}{j\omega}\right| = \frac{E}{\Omega} = \phi$~~ ou

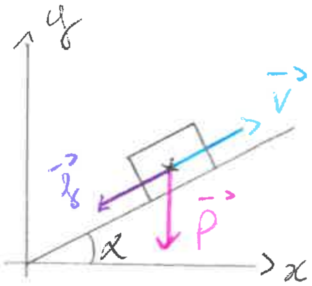
L fait un schéma.

$L = \frac{E}{\omega I_{cc}} = \frac{120 \times 60}{6.10^3 \times 2\pi \times 120}$

$\boxed{L = 1{,}6 \text{ mH}}$

Groupe 5, TD n°26, Ex II :

1)



Théorème de la puissance cinétique :
$\frac{dE_c}{dt} = \sum \mathcal{P}(\vec{F})$ ($\mathcal{P}$ = puissance)

Or ici, v est constante, donc $\frac{dE_c}{dt} = 0$ ~~négatif~~ ~~négatif~~

D'où $\mathcal{P}_{moteur} + \mathcal{P}_{pertes} + \mathcal{P}_{poids} = 0$

Avec $\mathcal{P}_{poids} = \vec{P}\cdot\vec{v} = -mg\,\vec{u_y} \times (v\cos\alpha\,\vec{u_x} + v\sin\alpha\,\vec{u_y})$
$= -mgv\sin\alpha$

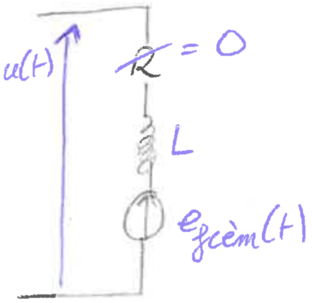
pente de 10% = angle de 5,71° ok

$\sin\alpha = 0,1$

Donc $\mathcal{P}_{mot} = -(\mathcal{P}_{pertes} + \mathcal{P}_{poids})$
$= -(-3.10^3 + (-800 \times 9,81 \times \frac{50}{3,6} \times \sin(5,71)))$

$\boxed{\text{Ainsi, } \mathcal{P}_{mot} = \cancel{7,8\ \text{kW}}}$ = 15 kW.

2) a)



2.b) Le moteur doit développer une puissance mécanique de 15 kW.
Or, la bobine étant supposée parfaite, elle ne consomme pas de puissance.
Donc $\mathcal{P}_{mot} = \mathcal{P}_{reçue\ par\ e(t)_{fcém}} = \mathcal{P}_{em}$

$\boxed{\text{Ainsi, } \mathcal{P}_{em} = 15\ \text{kW}}$

En outre, $\mathcal{P}_{méca} = 2E_{fcém}I\cos\Psi$ avec Ψ l'angle d'autopilotage, $\Psi = -\frac{\pi}{3}$

Or, $E_{fcém} = \phi\Omega = 0,19 \times \frac{6,0.10^3 \times 2\pi}{60} = 0,19 \times 6,28.10^2 = 119\ V$

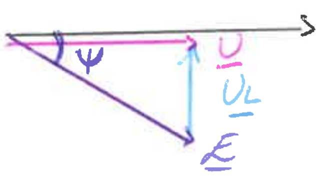
$$\boxed{\begin{array}{l} \text{Donc } I = \dfrac{\mathcal{P}_{méca}}{2E_{fcém}\cos\Psi} \\ \text{AN: } I = \dfrac{15.10^3}{2 \times 119 \times \frac{1}{2}} = 126\ A \end{array}}$$

B

$\cos\Psi = \cos(-\frac{\pi}{3}) = \cos(\frac{\pi}{3}) = \frac{1}{2}$

c) Grâce à la loi des mailles appliquée dans le circuit q°2.a :

$\underline{U} - \underline{U_L} - \underline{E} = 0 \iff \underline{U} = \underline{U_L} + \underline{E}$



← référence des phases car 1 seule maille parcourue par le même courant.

Grâce au diagramme de Fresnel : $\cos\psi = \frac{U}{E} \iff U = E\cos\psi$

{ attention $e(t)$ et $u(t)$ pas forcément en phase

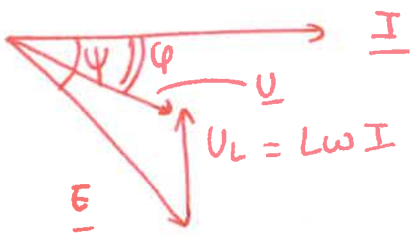
Donc $U = E_{fcém}\cos\psi = E_{fcém} \times \frac{1}{2}$

$\boxed{\text{Ainsi, } U = \frac{120}{2} = 60V}$

3) $P = C.\Omega = 23 \times 6{,}28.10^2 = 1{,}44.10^4\ W$

$\boxed{\text{Donc } \eta_{mot} = \frac{P}{P_{mot}} = \frac{14{,}4.10^3}{15.10^3} = 96\%}$

B



$E\cos\psi = U\cos\varphi$

$U^2 = (E\cos\psi)^2 + (E\sin\psi - U_L)^2$

$U = \sqrt{(E\cos\psi)^2 + (E\sin\psi - U_L)^2}$

$= \sqrt{\left(119 \times \frac{1}{2}\right)^2 + \left(119 \times \frac{\sqrt{3}}{2} - 127\right)^2}$

$U_L = 1{,}6.10^{-3} \times \frac{6.10^3 \times 2\pi}{60} \times 126$

$= 127\ V$

$U = 64V$

$\rightarrow \cos\varphi = \frac{E\cos\psi}{U} = \frac{119 \times 1/2}{64}$

$= 0{,}93$

$\boxed{\varphi = 22°}$

groupe 3.

Ex 3 TD n°26 TB pas [illegible]

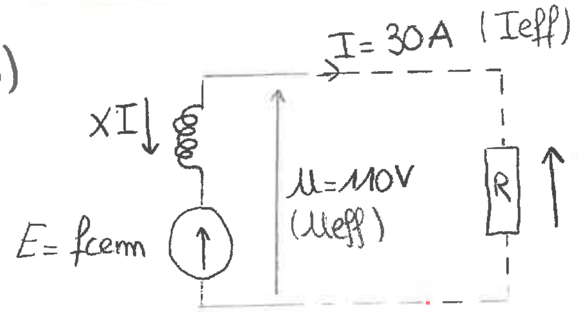
Q1) Monophasé signifie qu'il y a une seule phase dans le stator. B

Q2) Si le rotor n'a qu'une seule paire de pôle, sa vitesse de rotation sera : $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi \times 50 \times 60}{2\pi} = 3000 \text{ tr.min}^{-1}$

Q3) L'intérêt de multiplier les paires de pôles est de reduire la vitesse à laquelle tourne le rotor ~~et la fréquence~~.
mais la fréquence des courants induits reste la même = 50Hz

Q4) Puisque E(V) = 120 i (A) alors E est aussi proportionnel à une resistance (E = Ri) mais aussi à W et L ?? ω

Q5) B

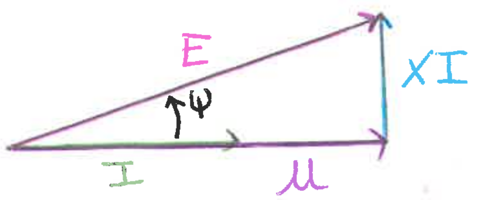


Q6) • $U = RI \Leftrightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{110}{30} \approx 3{,}67\ \Omega$

La resistance vaut $3{,}67\ \Omega$

• Le dephasage entre U et I aux bornes de l'alternateur est nul car R = réel positif = $\frac{U}{I}$

• Diagrammme de Fresnel de la situation :
(dipôles en serie donc I est la référence des phases)



B $E = U + XI$

Q7) Par loi des mailles : $E = RI + XI = U + XI$
Donc $E_{eff} = \sqrt{(XI)^2 + U^2} = \sqrt{(1{,}6 \times 30)^2 + (110)^2} = 120V$
La valeur efficace de la fem de l'alternateur E est 120V

Q8) $E_{eff} = 120\, i = 120\, V \Leftrightarrow i = 1\, A$
La valeur de l'intensité i du courant d'excitation est 1 A

Q9) $P_{fournit\ à\ la\ charge\ R} = U_{eff} \times I_{eff} = 110 \times 30 = 3300\,W$
Cas 4
La puissance fournie par l'alternateur à la charge résistive est 3300 W
avec $\varphi = 0$

Q10). $P_{pertes\ alternateur} = R I^2 = 450\,W$

$$\Leftrightarrow R = \frac{P_{pertes\ alternateur}}{I^2} = \frac{450}{30^2} = 0,5\,\Omega$$

• Rendement : $$\eta = \frac{P_{utile}}{P_{reçu}} = \frac{P_{charge}}{P_{reçu}} = \frac{3300}{3300+450} = 0,88$$

Q11) $\omega' = 500\ tr.min^{-1}$

• $$f' = P \times \omega' = 4 \times \left(\frac{500}{60}\right) = 33,3\ Hz$$ B

nb de pôles

La nouvelle fréquence est de 33,3 Hz

• $X' = L\omega'$ or $X = L\omega \Leftrightarrow L = \frac{X}{\omega} = \frac{1,6}{750} = 2,1 \times 10^{-3}\,H$

Donc $X' = L\omega' = 2,1 \times 10^{-3} \times 500 = 1,05\,\Omega$ B

La nouvelle valeur de X est $1,05\,\Omega$

• Puisque le courant d'excitation est le même, $E' = E \times \frac{\omega}{\omega'}$

$\Rightarrow E' = 120 \times \frac{500}{750} = 80\,V$ B

La nouvelle valeur de E est 80V

• $$E' = \sqrt{(X'I')^2 + (U')^2} = \sqrt{(X'I')^2 + (RI')^2}$$

$$\Leftrightarrow E'^2 = (X'I')^2 + (RI')^2 \Leftrightarrow E'^2 = I'^2(X'^2 + R^2)$$

$$\Leftrightarrow I = \frac{E'}{\sqrt{(X'^2 + R^2)}} = \frac{80}{\sqrt{(1,05)^2 + (3,67)^2}} \approx 21\,A$$

La nouvelle valeur de I vaut 21 A

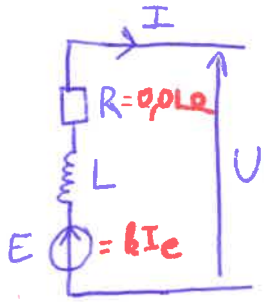
• $U' = RI' = 3,67 \times 21 = 77\,V$

La nouvelle valeur de U vaut 77V

Groupe 1

TD N°26 : Machine synchrone

Exercice IV :



une phase du stator

1) La fem induite E se calcule avec la loi de Faraday $E = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} = -\frac{d\Phi(\vec{B}_{rotor \to stator})}{dt}$

NON

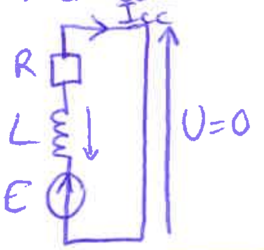
Il y aura proportionnalité entre E et I_e seulement si on vérifie la condition de synchronisme (vitesse de rotation du rotor = pulsation des courants du stator) car le champ $\vec{B}_{rotor \to stator}$ est proportionnel au courant dans le rotor I_e.

↳ à condition que le noyau ne soit pas saturé

2) La puissance apparente vaut $S = U_{eff} \cdot I_{eff} = \frac{U \cdot I}{\cancel{2}}$ — les données sont implicitement en valeur efficace

Donc $\boxed{I = \frac{\cancel{2}S}{U}} = \frac{2 \cdot 65 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^3} = \boxed{\cancel{1,3 \cdot 10^4}\ A}$ $6\,500$ soit $\boxed{I = \cancel{13\ kA}}$ $6,5$.

3) En court-circuit, $U = 0$:



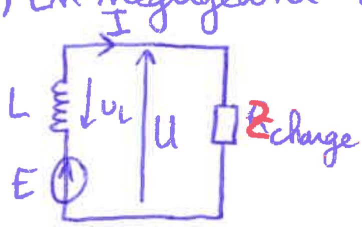
Loi des mailles : $E = u_L + RI_{cc}$

Avec la représentation de Fresnel et le théorème de Pythagore : $E_{eff}^2 = (RI_{cc}^{eff})^2 + (L\omega I_{cc}^{eff})^2 = (R^2 + (L\omega)^2) I_{cc}^{eff\,2}$

d'où $L\omega = \sqrt{\frac{E_{eff}^2}{I_{cc}^{eff\,2}} - R^2}$ On $I_{cc}^{eff} = 300 I_e$ et $E^{eff} = kI_e$ donc

$\boxed{L\omega} = \sqrt{\left(\frac{k\cancel{I_e}}{300\cancel{I_e}}\right)^2 - R^2} = \boxed{\sqrt{\left(\frac{k}{300}\right)^2 - R^2}}$ A.N. $\boxed{L\omega = X} = \sqrt{\left(\frac{290}{300}\right)^2 - 0,01^2} = \boxed{0,97\ \Omega}$ B

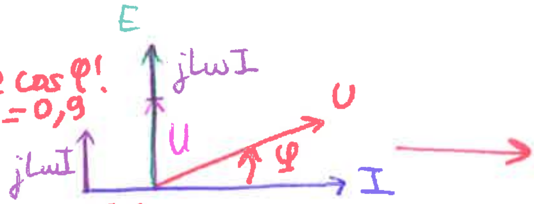
4) En négligeant R, on représente une phase au stator en charge :



où la charge R_{charge} est inductive donc U est déphasée de $\frac{\pi}{2}$ par rapport à I. ↳ pas pure !

$\underline{Z} = R_{ch} + jL_{ch}\omega = \frac{\underline{U}}{\underline{I}}$
$u(t)$ en avance / $i(t)$
↳ on vous donne $\cos\varphi$! $= 0,9$

5) Loi des mailles : $U = E - u_L$



Avec la représentation de Fresnel, ↳ en considérant le déphasage

$E_{eff} = L\omega I_{eff} + U$

donc ~~$\boxed{I^{eff}} = \frac{E^{eff} - U}{L\omega} = \frac{kI_e^{eff} - U}{L\omega} = \frac{290 \cdot 44 - 10 \cdot 10^3}{0,97} = \boxed{2,8 \cdot 10^3\ A}$ soit $\boxed{I = 2,8\ kA}$~~.

6) Alors la puissance fournie au réseau est de : 87 MW

$\boxed{P = U \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi \times 2}$ A.N. $\boxed{P = 10 \cdot 10^3 \cdot \cancel{2,8} \cdot 10^3 \cdot 0,9} = \boxed{\cancel{2,5 \cdot 10^7}\ W}$ $4,83$ $\times 2$

← car 2 phases

Le rendement de l'alternateur est de :

$\boxed{\eta} = \frac{gain}{dépense} = \boxed{\frac{P}{P + P_e + 2P_J}}$ A.N. : $\boxed{\eta} = \frac{\cancel{2,5 \cdot 10^7}\ 87 \cdot 10^6}{\cancel{2,5 \cdot 10^7} + 2,4 \cdot 10^6 + 2 \times 0,01 \times 4,8 \cdot 10^3} = \cancel{0,91}$ $0,97$ soit $\boxed{\cancel{91\ \%}}$

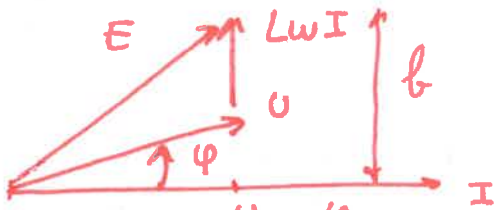
$87 \cdot 10^6$; $0,47$ MW

Le rendement est très bon.

↳ dans les 2 phases pertes Joule

5) $\underline{E} = \underline{U} + j\underline{L\omega} I$

$E^2 = a^2 + b^2$



$a = U\cos\varphi$

$b = U\sin\varphi + L\omega I$

$$E^2 = (U\cos\varphi)^2 + (U\sin\varphi + L\omega I)^2$$

$$\frac{\sqrt{E^2 - (U\cos\varphi)^2} - U\sin\varphi}{X} = I \qquad E = 290 \times 44 = 12{,}7 \times 10^3\ V$$

$$I = \frac{1}{0{,}97}\left(\sqrt{(12{,}7.10^3)^2 - (10^4 \times 0{,}9)^2} - 10^4 \times \sqrt{1-0{,}9^2}\right)$$

$$= \frac{1}{0{,}97}\left[9{,}04 \times 10^3 - 4{,}36.10^3\right] =$$

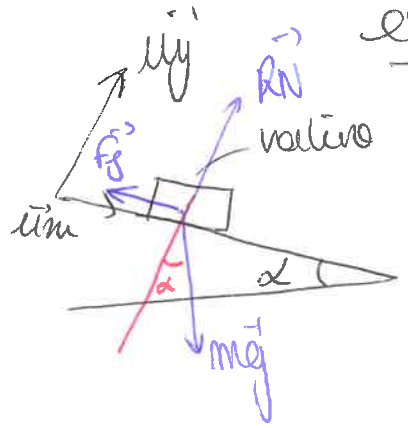
$$\boxed{I = 4{,}83\ \cancel{k}A}$$

Grp 4

TD 26

exercice 5

(1)



Bilan actions sur la voiture

- transmission
- $m\vec{g} = -mg\cos\alpha\,\vec{u_y} + mg\sin\alpha\,\vec{u_x}$
- $\vec{F}$moteur
- $\vec{R_N} = R_N\,\vec{u_y}$
- frottements : $-F_f\,\vec{u_x}$

d'après le principe fondamental de la dynamique appliqué à la voiture en projection sur $\vec{u_x}$

$$m a_x = 0 = \underbrace{+mg\sin\alpha}_{\text{force motrice dans la descente}} \underbrace{- F_f - F_{transmission} + F_{moteur}}$$

↑ car v constante

négatif freinage

$F_f + F_{transmission}$ → F

donc $F_{moteur} = -mg\sin\alpha + F$

négatif car pertes.

d'où $P = F_{moteur} \cdot v = -mg\sin\alpha\, v \mp F v$

on suppose l'angle petit $\quad = -mg\alpha\, v \mp P_p$

négative car freine la voiture

or $P_p = 3\,kW$ (= Puissance consommée)

$\alpha = \frac{1}{10}$ car pente de 10% d'où $\tan\alpha = \frac{1}{10}$

donc $\alpha \simeq \frac{1}{10}$

d'où $P = -800 \cdot 9{,}81 \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{50 \cdot 10^3}{3600} \mp (3 \cdot 10^3)$

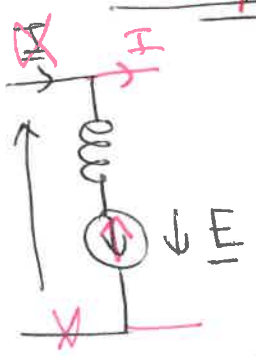
$-8\,kW$

$P = \cancel{1{,}1} \cdot 10^4\,W$ → la machine doit être un alternateur pour fournir de la puissance

→ puissance fournie par la machine à la voiture

donc $P = 11\,kW$ = puissance reçue par l'alternateur.

(2) a)



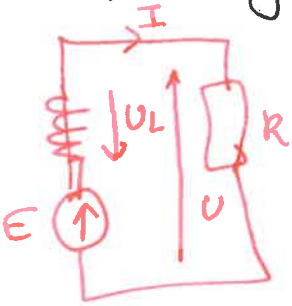
↳ alternateur = générateur = source → "à gauche" b). comme la bobine ne consomme pas de puissance et qu'il y a deux phases alors $P = \frac{P_{consommée}}{2}$

$= \frac{8\,kW}{2}$

$P = 4\,kW$

cohérent avec le résultat de la question précédente

$P = EI\cos\varphi$



$E = \Phi\Omega = 0{,}19 \times \frac{6000 \times 2\pi}{60} = 120\ V$

• la puissance d'un couple est $P = C\omega$
où ω = vitesse de rotation de la machine

or d'après l'équation de la machine : $C = \Phi_0 I$

⚠ machine synchrone

donc $P = \Phi_0 I \omega$ d'où $I = \frac{P}{\Phi_0 \omega}$

$= \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 60}{0{,}19 \cdot 6000 \cdot 2\pi}$

$I = 33{,}5\,A$

⚠ $C = C_0 \sin\alpha$ ↑ angle entre $\vec{B_s}$, $\vec{B_R}$
(alternateur $\alpha < 0$)

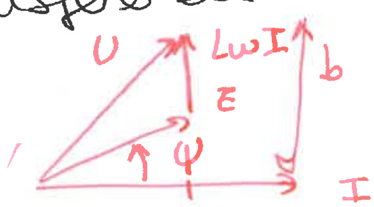
$I = \frac{P}{E\cos\varphi} = \frac{4000}{120 \times \cos\pi/3} = 67\,A$

c) $I_{eff} = \frac{I}{\sqrt{2}} = 23{,}7\,A$

On cherche U
$\underline{U} = \underline{E} - jL\omega\underline{I}$

Fresnels
$\underline{E} = \underline{U} + jL\omega\underline{I}$

③ un transformateur permet de transformer de la puissance.



$U^2 = a^2 + b^2 = (E\cos\varphi)^2 + (E\sin\varphi + L\omega I)^2$

$\varphi = \pi/3$
$\cos\varphi = 1/2$
$\sin\varphi = \sqrt{3}/2$

$U = \sqrt{\left(\frac{120}{2}\right)^2 + \left(\frac{120 \times \sqrt{3}}{2} + 1{,}6 \cdot 10^{-3} \times \frac{6000 \times 2\pi}{60} \times 67\right)^2}$

$U = 70\,V$

3 – Alternateur tension ∼ $\xrightarrow[\text{(Hors programme)}]{\text{redresseur}}$ batterie tension =