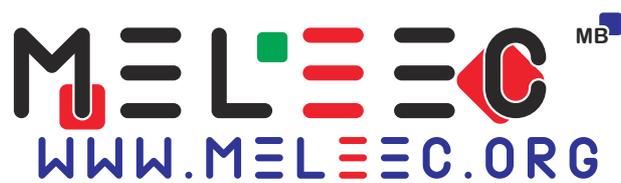


Partie J

Autres documents

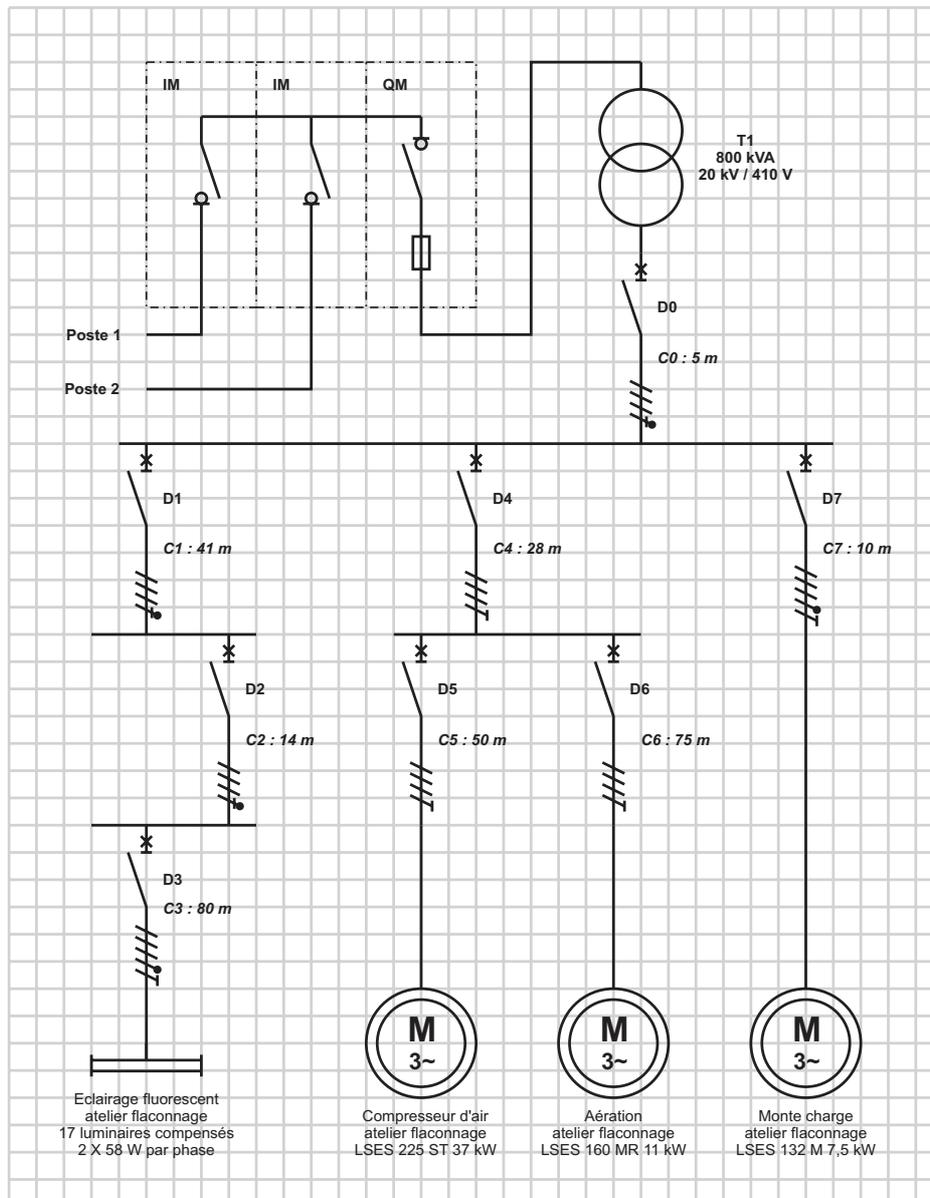
V4.0



Sommaire

| | |
|--|-----|
| Extrait du schéma de distribution de la SPCC _____ | J 3 |
| Formulaire baccalauréat professionnel Métiers de l'électricité _____ | J 3 |
| Extraits du mémento Schneider : Grandeurs et unités de mesure _____ | J 4 |
| Extraits du mémento Schneider : Formules électriques _____ | J 4 |
| Extraits du mémento Schneider : Formules mécaniques _____ | J 5 |
| Extraits du mémento Schneider : Les régimes de neutre _____ | J 6 |
| Extraits du mémento Schneider : Entraînement des machines _____ | J 7 |
| Alphabet grec _____ | J 8 |
| Lexique technique _____ | J 8 |

Extrait du schéma de distribution de la SPCC Formulaire baccalauréat professionnel Métiers de l'électricité



Extrait du schéma de distribution de la SPCC

Formulaire baccalauréat professionnel Métiers de l'électricité

FORMULAIRE BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
Métiers de l'électricité

| Fonction f | Dérivée f' |
|---------------------|--|
| $f(x)$ | $f'(x)$ |
| $ax + b$ | a |
| x^2 | $2x$ |
| x^3 | $3x^2$ |
| $\frac{1}{x}$ | $-\frac{1}{x^2}$ |
| $\ln x$ | $\frac{1}{x}$ |
| e^x | e^x |
| e^{ax+b} | ae^{ax+b} |
| $\sin x$ | $\cos x$ |
| $\cos x$ | $-\sin x$ |
| $\sin(ax+b)$ | $a \cos(ax+b)$ |
| $\cos(ax+b)$ | $-a \sin(ax+b)$ |
| $u(x) + v(x)$ | $u'(x) + v'(x)$ |
| $a u(x)$ | $a u'(x)$ |
| $u(x)v(x)$ | $u'(x)v(x) + u(x)v'(x)$ |
| $\frac{1}{u(x)}$ | $-\frac{u'(x)}{[u(x)]^2}$ |
| $\frac{u(x)}{v(x)}$ | $\frac{u'(x)v(x) - u(x)v'(x)}{[v(x)]^2}$ |

Equation du second degré $ax^2 + bx + c = 0$

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

- Si $\Delta > 0$, deux solutions réelles :

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} \quad \text{et} \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$$

- Si $\Delta = 0$, une solution réelle double :

$$x_1 = x_2 = -\frac{b}{2a}$$

- Si $\Delta < 0$, aucune solution réelle

$$\text{Si } \Delta \geq 0, \quad ax^2 + bx + c = a(x - x_1)(x - x_2)$$

Suites arithmétiques

Terme de rang 1 : u_1 et raison r

Terme de rang n : $u_n = u_1 + (n-1)r$

Somme des k premiers termes :

$$u_1 + u_2 + \dots + u_k = \frac{k(u_1 + u_k)}{2}$$

Suites géométriques

Terme de rang 1 : u_1 et raison q

Terme de rang n : $u_n = u_1 q^{n-1}$

Somme des k premiers termes :

$$u_1 + u_2 + \dots + u_k = u_1 \frac{1 - q^k}{1 - q}$$

Logarithme népérien : ln

$$\ln(ab) = \ln a + \ln b$$

$$\ln(a^n) = n \ln a$$

$$\ln\left(\frac{a}{b}\right) = \ln a - \ln b$$

Equations différentielles

$$y' - ay = 0 \quad y = k e^{ax}$$

$$y'' + \omega^2 y = 0 \quad y = a \cos \omega x + b \sin \omega x$$

Trigonométrie

$$\sin(a+b) = \sin a \cos b + \cos a \sin b$$

$$\cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$$

$$\cos 2a = 2 \cos^2 a - 1$$

$$= 1 - 2 \sin^2 a$$

$$\sin 2a = 2 \sin a \cos a$$

Nombres complexes ($j^2 = -1$)

forme algébrique

forme trigonométrique

$$z = x + jy$$

$$z = \rho (\cos \theta + j \sin \theta)$$

$$\bar{z} = x - jy$$

$$\bar{z} = \rho (\cos \theta - j \sin \theta)$$

$$|z| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\rho = |z|$$

$$\theta = \arg(z)$$

Calcul vectoriel dans le plan

$$\vec{v} \cdot \vec{v}' = xx' + yy'$$

$$\|\vec{v}\| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Si $\vec{v} \neq \vec{0}$ et $\vec{v}' \neq \vec{0}$:

$$\vec{v} \cdot \vec{v}' = \|\vec{v}\| \times \|\vec{v}'\| \cos(\vec{v}, \vec{v}')$$

$\vec{v} \cdot \vec{v}' = 0$ si et seulement si $\vec{v} \perp \vec{v}'$

Aires dans le plan

$$\text{Triangle} : \frac{1}{2} bc \sin \hat{A} \quad \text{Trapèze} : \frac{1}{2} (B + b)h$$

Disque : πR^2

Aires et volumes dans l'espace

Cylindre de révolution ou prisme droit d'aire de base B et de hauteur h : Volume Bh

Sphère de rayon R :

$$\text{Aire} : 4\pi R^2$$

$$\text{Volume} : \frac{4}{3} \pi R^3$$

Cône de révolution ou pyramide de base B et de hauteur h : Volume $\frac{1}{3} Bh$

Calcul intégral

* Relation de Chasles :

$$\int_a^c f(t) dt = \int_a^b f(t) dt + \int_b^c f(t) dt$$

$$* \int_a^b (f + g)(t) dt = \int_a^b f(t) dt + \int_a^b g(t) dt$$

$$* \int_a^b kf(t) dt = k \int_a^b f(t) dt$$

Extrait du mémento Schneider

M. Mémento

M.1 Grandeurs et unités de mesure

M.1 Grandeurs et unités de mesure

| Désignation grandeur | Symbole littéral | Désignation unité de mesure | Symbole | Désignation grandeur | Symbole littéral | Désignation unité de mesure | Symbole |
|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|--|------------------|-----------------------------|-------------------|
| accélération angulaire | α | radian par seconde carré | rad/s ² | masse | m | kilogramme | kg |
| accélération en chute libre | g | mètre par seconde carré | m/s ² | moment d'un couple | T ou C | newton mètre | N.m |
| accélération linéaire | a | mètre par seconde carré | m/s ² | moment d'une force | M | newton mètre | N.m |
| angle plan | α, β, γ | radian | rad | moment d'inertie | J ou I | kilogramme mètre carré | kg.m ² |
| | | degré (d'angle) | ...° | pois | P | newton | N |
| | | minute (d'angle) | ...' | pression | p | pascal | Pa |
| | | seconde (d'angle) | ...'' | profondeur | h | mètre | m |
| capacité | C | farad | F | puissance active | P | watt | W |
| champ magnétique | H | ampère par mètre | A/m | puissance apparente | S | voltampère | VA |
| constante de temps | – | seconde | s | puissance réactive | Q | voltampère réactif | VAR |
| diamètre | d | mètre | m | quantité de chaleur | Q | joule | J |
| différence de potentiel | U | volt | V | quantité d'électricité (charge électrique) | Q | coulomb ou ampère heure | C ou A.h |
| durée d'une période | T | seconde | s | rayon | r | mètre | m |
| échauffement | $\Delta\theta$ | kelvin ou degré Celsius | K ou °C | réactance | X | ohm | Ω |
| énergie | W | joule | J | réductance | R | ampère par Weber | A/W |
| épaisseur | d | mètre | m | rendement | η | % | * |
| flux magnétique | ϕ | weber | Wb | résistance | R | ohm | Ω |
| force | F | newton | N | résistivité | ρ | ohm mètre/mètre carré | $\Omega.m/m^2$ |
| force électromotrice | E | volt | V | surface (aire) | A ou S | mètre carré | m ² |
| fréquence | f | hertz | Hz | température Celsius | θ | degré Celsius | °C |
| vitesse de rotation | n | tour par seconde | tr/s | température thermodynamique | T | kelvin | K |
| glissement | g | % | * | temps | t | seconde (de temps) | s |
| hauteur | h | mètre | m | | | minute (de temps) | min |
| impédance | Z | ohm | Ω | | | heure | h |
| inductance propre | L | henry | H | | | jour | d |
| inductance mutuelle | M | henry | H | tension | U | volt | V |
| induction magnétique | B | tesla | T | travail | W | joule | J |
| intensité de courant électrique | I | ampère | A | vitesse angulaire | ω | radian par seconde | rad/s |
| largeur | b | mètre | m | vitesse linéaire | v | mètre par seconde | m/s |
| longueur | l | mètre | m | volume | V | mètre cube | m ³ |

* Sans dimension

Sous-multiples des unités

| Préfixe | Symbole précédant l'unité | Facteur de multiplication |
|---------|---------------------------|---------------------------|
| déci | d | 10 ⁻¹ |
| centi | c | 10 ⁻² |
| milli | m | 10 ⁻³ |
| micro | μ | 10 ⁻⁶ |
| nano | n | 10 ⁻⁹ |
| pico | p | 10 ⁻¹² |

Exemples : Cinq nanofarads = 5 nF = 5.10⁻⁹F
 Deux milliampères = 2 mA = 2.10⁻³A
 Huit micromètres = 8 μ m = 8.10⁻⁶m

Multiples des unités

| Préfixe | Symbole précédant l'unité | Facteur de multiplication |
|---------|---------------------------|---------------------------|
| déca | da | 10 ¹ |
| hecto | h | 10 ² |
| kilo | k | 10 ³ |
| méga | M | 10 ⁶ |
| giga | G | 10 ⁹ |
| téra | T | 10 ¹² |

Exemples : Deux mégajoules = 2 MJ = 2.10⁶J
 Un gigawatt = 1 GW = 10⁹W
 Trois kilohertz = 3 kHz = 3.10³Hz

Extrait du mémento Schneider

M. Mémento

M.1 Grandeurs et unités de mesure

Puissance active

| | | |
|------|----------------|---|
| | en continu | $P = UI$ |
| | en monophasé | $P = UI \cos \varphi$ |
| | en triphasé | $P = UI\sqrt{3} \cos \varphi$ |
| avec | P | : puissance active en watts |
| | U | : tension en volts (en triphasé : tension entre phases) |
| | I | : courant en ampères |
| | $\cos \varphi$ | : facteur de puissance du circuit |

Puissance réactive

| | | |
|------|----------------|--|
| | en monophasé | $Q = UI \sin \varphi = UI \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$ |
| | en triphasé | $Q = UI\sqrt{3} \sin \varphi = UI\sqrt{3} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$ |
| avec | Q | : puissance réactive en voltampères réactif |
| | U | : tension en volts (triphasé : tension entre phases) |
| | I | : courant en ampères |
| | $\cos \varphi$ | : facteur de puissance du circuit |

Puissance apparente

| | | |
|------|--------------|--|
| | en monophasé | $S = UI$ |
| | en triphasé | $S = UI\sqrt{3}$ |
| avec | S | : puissance apparente en voltampères |
| | U | : tension en volts (triphasé : tension entre phases) |
| | I | : courant en ampères |

Facteur de puissance

$$\cos \varphi = \frac{\text{puissance active}}{\text{puissance apparente}}$$

Rendement

$$\eta = \frac{\text{puissance utile}}{\text{puissance active absorbée}}$$

Courant absorbé par un moteur

| | | |
|------|----------------|--|
| | en monophasé | $I = \frac{P}{U \eta \cos \varphi}$ |
| | en triphasé | $I = \frac{P}{U \sqrt{3} \eta \cos \varphi}$ |
| | en continu | $I = \frac{P}{U \eta}$ |
| avec | P | : puissance active en watts |
| | I | : courant absorbé par le moteur en ampères |
| | U | : tension en volts (triphasé : tension entre phases) |
| | η | : rendement du moteur |
| | $\cos \varphi$ | : facteur de puissance du circuit |

Résistance d'un conducteur

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

| | | |
|------|--------|--|
| avec | R | : résistance du conducteur en ohms |
| | ρ | : résistivité du conducteur en ohms-mètres |
| | l | : longueur du conducteur en mètres |
| | S | : section du conducteur en mètres carrés |

Résistivité

$$\rho \theta = \rho (1 + \alpha \Delta \theta)$$

| | | |
|------|-----------------|--|
| avec | $\rho \theta$ | : résistivité à la température θ en ohms-mètres |
| | ρ | : résistivité à la température θ_0 en ohms-mètres |
| | $\Delta \theta$ | : $\theta - \theta_0$ en degrés Celsius |
| | α | : coefficient de température en degrés Celsius à la puissance moins un |

Loi de Joule

$$W = RI^2 t \text{ en monophasé}$$

| | | |
|------|---|---------------------------------|
| avec | W | : énergie dissipée en joules |
| | R | : résistance du circuit en ohms |
| | I | : courant en ampères |
| | t | : temps en secondes |

Réactance inductive d'une inductance seule

$$X_L = L \omega$$

| | | |
|------|----------|-------------------------------|
| avec | X_L | : réactance inductive en ohms |
| | L | : inductance en henrys |
| | ω | : pulsation = $2 \pi f$ |
| | f | : fréquence en hertz |

Réactance capacitive d'une capacité seule

$$X_C = \frac{1}{C \omega}$$

| | | |
|------|----------|--------------------------------|
| avec | X_C | : réactance capacitive en ohms |
| | C | : capacité en farads |
| | ω | : pulsation = $2 \pi f$ |
| | f | : fréquence en hertz |

Loi d'Ohm

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Circuit à résistance seule | $U = RI$ |
| Circuit à réactance seule | $U = XI$ |
| Circuit à résistance et réactance | $U = ZI$ |

| | | |
|------|---|---|
| avec | U | : tension aux bornes du circuit en volts |
| | I | : courant en ampères |
| | R | : résistance du circuit en ohms |
| | X | : X_L ou X_C réactance du circuit en ohms |
| | Z | : impédance du circuit en ohms |

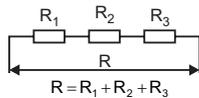
Pour la détermination de Z, voir ci-après.

Extrait du mémento Schneider

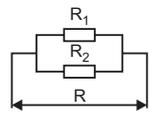
M. Mémento

M.1 Grandeurs et unités de mesure

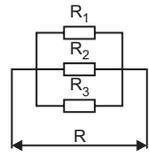
Circuits à résistances



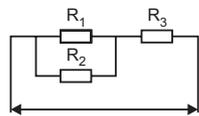
$$R = R_1 + R_2 + R_3$$



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

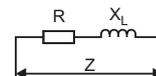


$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$$

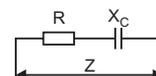


$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} + R_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3$$

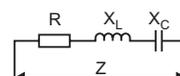
Circuits à résistances et réactances



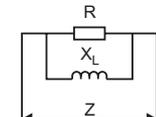
$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$



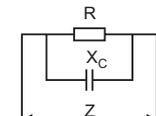
$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$



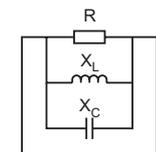
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$



$$Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L}\right)^2}} = \frac{R X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

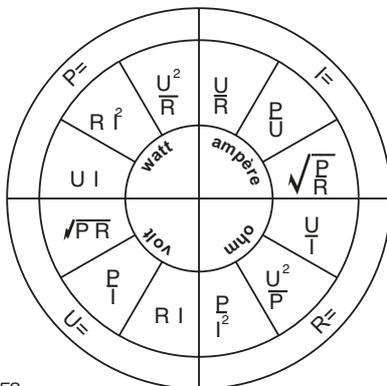


$$Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C}\right)^2}} = \frac{R X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$



$$Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}} = \frac{R X_C X_L}{\sqrt{X_L^2 X_C^2 + R^2 X_L - X_C^2}}$$

Loi d'Ohm



SYMBOLES

- U = Tension en volts
- I = Courant en ampères
- R = Résistance en ohms
- P = Puissance en watts

Extrait du mémento Schneider

M. Mémento

M.3 Formules mécaniques

M.3 Formules mécaniques

Vitesse angulaire

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

avec ω : vitesse angulaire en radians par seconde
 n : vitesse de rotation en tours par minute

Fréquence de rotation à vide

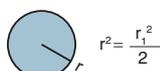
Vitesse de synchronisme d'un moteur asynchrone

$$\omega = \frac{2pf}{p} \quad \text{ou} \quad n = \frac{60f}{p}$$

avec ω : vitesse angulaire en radians par seconde
 n : vitesse de rotation en tours par minute
 f : fréquence du réseau en hertz
 p : nombre de paires de pôles du moteur

Rayon de giration

cylindre plein



$$r^2 = \frac{r_1^2}{2}$$

cylindre creux



$$r^2 = \frac{r_1^2 + r_2^2}{2}$$

avec r : rayon de giration
 r_1 : rayon extérieur
 r_2 : rayon intérieur

Moment d'inertie d'un corps de masse m

$$J = mr^2$$

avec J : moment d'inertie en kilogrammes-mètres carrés
 m : masse en kilogrammes
 r : rayon de giration en mètres

Il est parfois exprimé par les formules suivantes :

$$J = \frac{MD^2}{4} \quad \text{ou} \quad \frac{GD^2}{4} \quad \text{ou} \quad \frac{PD^2}{4}$$

Moment d'inertie rapporté à la vitesse ω

$$J\omega = J'\omega' \frac{\omega^2}{\omega'^2}$$

avec $J\omega$: moment d'inertie en kilogrammes-mètres carrés rapporté à la vitesse angulaire ω
 $J'\omega'$: moment d'inertie en kilogrammes-mètres carrés rapporté à la vitesse angulaire ω'

Couple nominal

$$T_n = \frac{P_n}{\omega_n}$$

avec T_n : couple nominal du moteur en newtons-mètres
 P_n : puissance nominale du moteur en watts
 ω_n : vitesse angulaire nominale du moteur en radians par seconde

Couple accélérateur

$$T_a = T_m - T_r$$

avec T_a : couple accélérateur en newtons-mètres
 T_m : couple moteur en newtons-mètres
 T_r : couple résistant en newtons-mètres

Durée de démarrage

Durée de démarrage de la vitesse 0 à la vitesse ω_n avec un couple accélérateur constant T_a

$$t = \frac{J\omega_n}{T_a} \quad \text{ou} \quad t = \frac{J\omega_n^2}{P_n} \frac{1}{(T_a/T_n)}$$

avec t : temps de démarrage en secondes
 J : moment d'inertie total des masses en mouvement (moteur + charge) en kilogrammes-mètres carrés
 ω_n : vitesse angulaire nominale en radians par seconde
 T_a : couple accélérateur en newtons-mètres
 P_n : puissance nominale du moteur en watts
 T_a/T_n : rapport du couple accélérateur au couple nominal du moteur

Dans le cas de couples accélérateurs variant avec la vitesse, des formules pratiques propres aux diverses applications sont généralement utilisées pour s'identifier à des cas de couples accélérateurs constants pour permettre des calculs rapides approchés.

Par exemple, le couple accélérateur dans le cas d'un démarrage rotorique peut être assimilé, pour un calcul approché, à un couple constant équivalent :

$$T_a = T_m \text{ mini} + \frac{T_m \text{ maxi} - T_m \text{ mini}}{3} - T_r$$

avec

$T_m \text{ mini}$: couple moteur immédiatement avant le court-circuitage d'une section de résistance

$T_m \text{ maxi}$: couple moteur immédiatement après le court-circuitage de cette section

T_r : couple résistant supposé constant

Extrait du mémento Schneider

M. Mémento

M.4 Formules fondamentales

M.4 Formules fondamentales

Système international d'unités SI : MKSA

| Grandeur | Unités de base | |
|--------------------|----------------|----|
| longueur | l = mètre | m |
| masse | m = kilogramme | kg |
| temps | t = seconde | s |
| courant électrique | i = ampère | A |

Cinématique (mouvement rectiligne)

Longueur l

Vitesse

$$v = \frac{dl}{dt} = \frac{l}{t} \quad \text{en m/s}$$

Accélération

$$a = \frac{dv}{dt} \quad \text{en m/s}^2$$

Dynamique (mouvement rectiligne)

Force

$$F = m a \quad \text{en N (newton)}$$

Force de mise en mouvement

$$F = m a$$

Travail

$$W = F \times l \quad \text{en J (joule)}$$

Puissance

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fl}{t} = Fv \quad \text{en W (watt)}$$

$$1 \text{ watt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ seconde}}$$

Energie

$$W = \frac{1}{2} m v^2$$

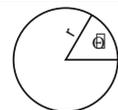
l'énergie cinétique est caractérisée par la vitesse du corps

Cinématique (mouvement circulaire)

Arc

 Θ en radian, avec

$$\Theta = \frac{l}{r}$$



Vitesse angulaire

$$\omega = \frac{d\Theta}{dt} = \frac{\Theta}{t} \quad \text{en rad/s}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad \text{n en tr/min}$$

Vitesse

$$v = \frac{l}{t} = r\omega \quad \omega \text{ en rad/s}$$

Accélération angulaire

$$\alpha = \frac{d^2\Theta}{dt^2} = \frac{d\omega}{dt} \quad \text{en rad/s}^2$$

Accélération tangentielle

$$a_T = r \alpha \quad \begin{array}{l} \alpha \text{ en rad/s}^2 \\ a \text{ en m/s}^2 \end{array}$$

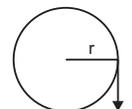
Dynamique (mouvement circulaire)

Couple

$$T = F_x r \quad \begin{array}{l} \text{en N.m} \\ \text{ou J/rad} \end{array}$$

Couple de mise en mouvement

$$C = J \frac{d\omega}{dt}$$

J = moment d'inertie en kgm^2 

Travail

$$W = C\Theta \quad \text{en J (Joule)}$$

Puissance

$$P = \frac{C\Theta}{t} = C\omega \quad \text{en W (watt)}$$

$$P = C \frac{2\pi n}{60} \quad \text{N en tr/min}$$

Energie

$$W = \frac{1}{2} m r^2 \omega^2 = \frac{1}{2} J \omega^2$$

l'énergie cinétique est caractérisée par la vitesse du corps

Extrait du mémento Schneider

M. Mémento

M.5 Les régimes de neutre

M.5 Les régimes de neutre

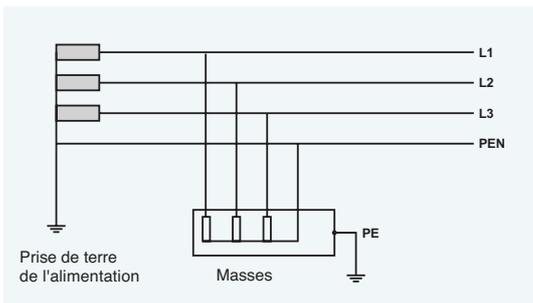


Schéma TT

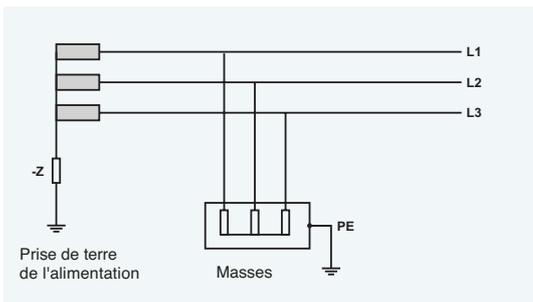


Schéma IT

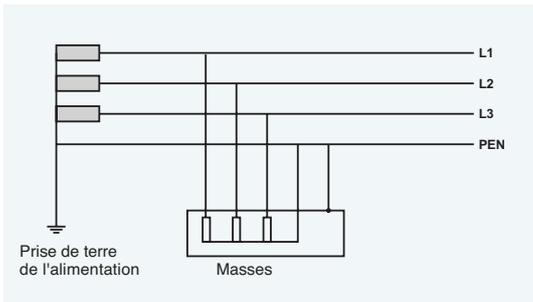


Schéma TNC

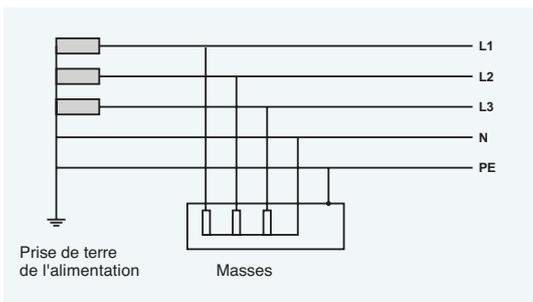


Schéma TNS

Les régimes de neutre mettent principalement en cause :

Le neutre

Ce sont les points neutres des transformateurs HT/MT et MT/BT ainsi que les conducteurs neutres qui, en régime équilibré, ne sont parcourus par aucun courant.

Les masses

Ce sont les parties conductrices accessibles d'un matériel électrique susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut.

La terre

La terre peut être considérée comme un corps conducteur avec un potentiel conventionnellement fixé à zéro.

Les régimes basse tension

Il y a trois régimes du neutre en basse tension définis par des schémas et repérés par deux lettres. Ce sont les régimes TN (C ou S), TT et IT. La première lettre correspond à la position du neutre par rapport à la terre, et la seconde à la situation des masses. La signification de chaque lettre est la suivante :

T = Terre N = Neutre I = Impédance
C = Combiné S = Séparé

Le schéma TN.C

Il correspond à un neutre relié à la terre et les masses au neutre. Il est à noter que le conducteur neutre et celui de protection sont combinés.

Le schéma TN.S

Il correspond à un neutre relié à la terre et les masses au neutre, mais ici, le conducteur neutre est séparé de celui de protection.

Le schéma TT

Le neutre est directement relié à la terre ainsi que les masses, et ce par deux prises de terre séparées.

Le schéma IT

Le neutre est relié à la terre par l'intermédiaire d'une impédance ou isolé. Les masses sont reliées directement à la terre.

Ces différents régimes permettent d'adapter la protection aux locaux et usages, en respectant le temps de coupure, fondé sur la durée de la résistance d'un individu aux effets d'un courant électrique, en fonction de sa tension (normalement 50 V durant 5 secondes et 100 V durant 0,2 seconde).

Les réseaux de distribution basse tension des abonnés sont assimilables au schéma TT, sauf s'ils interposent un transformateur de séparation qui leur laisse alors toute liberté de choix.

Le schéma TT est simple à exploiter, mais il est limité aux installations peu étendues et peu complexes. Il déclenche au premier défaut et offre une sécurité totale.

Le schéma IT présente la particularité de ne déclencher qu'au second défaut. Il est donc particulièrement indiqué chaque fois qu'une continuité de service est nécessaire, ce qui entraîne une maintenance particulièrement sévère afin de détecter et d'intervenir dès le premier défaut avant que le second ne se produise.

Cependant, l'assurance de la continuité d'alimentation n'est pas encore suffisante pour les informaticiens, qui préfèrent le schéma TN.S, avec un renfort de précautions et d'équipements spécifiques.

Le schéma TN représente, par rapport au précédent, une forte économie d'installation. C'est le régime indispensable avec des courants de fuite importants.

Extrait du mémento Schneider

M. Mémento

M.6 Entraînement des machines

M.6 Entraînement des machines

La machine accouplée au moteur présente essentiellement un moment d'inertie J (kg.m^2) auquel il faut ajouter celui du moteur, parfois important. La connaissance de cette inertie totale permet l'étude des régimes transitoires (démarrages et arrêts), mais n'intervient pas en régime établi.

Mouvement de rotation

Si la machine est entraînée par l'intermédiaire d'un réducteur à la vitesse n_1 , son moment d'inertie ramené au moteur tournant à la vitesse n_2 s'exprime par la formule :

$$J \text{ (machine ramené au moteur)} = J \text{ (machine)} \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2$$

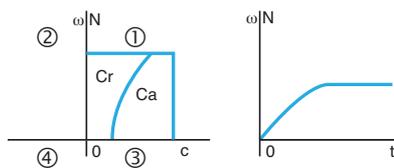
Mouvement de translation

Si la machine, de masse m (kg), se déplace à la vitesse linéaire v (m/s), pour la vitesse de rotation ω (rad/s) du moteur d'entraînement, le moment d'inertie au niveau de l'axe d'entraînement s'exprime par la formule :

$$J \text{ (machine)} = m \frac{v^2}{\omega^2} = m \frac{v^2 \cdot 3600}{4 \pi^2 \cdot n^2} \quad \text{avec } \omega = \frac{2 \pi n}{60}$$

Démarrage

Pour démarrer dans un temps imposé t (passage de l'arrêt à une vitesse angulaire ω), la connaissance du moment d'inertie J permet de déterminer le couple accélérateur moyen nécessaire C_a .



$$\begin{aligned} C_a \text{ (N.m)} &= J \text{ (kg.m}^2) \frac{d\omega \text{ (rad/s)}}{dt \text{ (s)}} \\ &= J \text{ (kg.m}^2) \frac{2\pi N \text{ (tr/min)}}{60t \text{ (s)}} \end{aligned}$$

Le couple résistant moyen C_r dû à la mécanique et le couple accélérateur moyen C_a déterminent le couple moteur moyen C_d nécessaire pendant le temps de démarrage.

$$C_d = C_r + C_a$$

Inversement, si un couple accélérateur C_a est fixé, le temps de démarrage, pour C_a constant, se détermine par :

$$t = \frac{J\omega}{C_a}$$

En pratique :

– en courant continu

$C_d = kC_n$ où C_n = couple nominal moteur

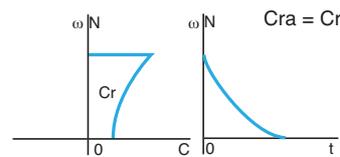
k = coefficient de surcharge du moteur. Il est lié au temps de surcharge et à la température initiale. Il est généralement compris entre 1,2 et 1,9 (voir catalogue Constructeur de moteurs). Dans cette zone, le courant d'induit et le couple peuvent être sensiblement proportionnels,

– en courant alternatif

Se référer aux caractéristiques de surcouple et de surintensité données par le catalogue Constructeur et aux caractéristiques d'emploi indiquées par ce catalogue.

Arrêt

Si la machine est laissée à elle-même lors de la coupure de la tension d'alimentation, le couple de ralentissement est égal au couple résistant :



$$C_{ra} = C_r = J \frac{d\omega}{dt}$$

L'arrêt se produira au bout d'un temps (t) lié au moment d'inertie par la relation :

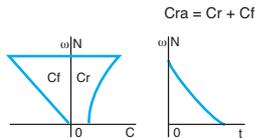
$$t = \frac{J}{C_r} \omega \text{ si } C_r \text{ est à peu près constant.}$$

Extrait du mémento Schneider

M. Mémento

M.6 Entraînement des machines

Freinage rhéostatique

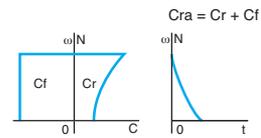


Si le temps d'arrêt est inacceptable, il faut augmenter le couple de ralentissement d'un couple de freinage électrique Cf tel que :

$$C_{ra} = C_r + C_f = J \frac{d\omega}{dt}$$

Le freinage peut être du type rhéostatique ; se rappeler toutefois que son efficacité est proportionnelle à la vitesse ($C_f = k\omega$)

Freinage par récupération

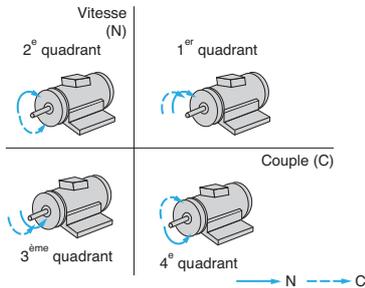


Le freinage peut être du type par récupération, il est obtenu en utilisant des variateurs réversibles.

En limitation de courant, le couple de freinage est constant jusqu'à l'arrêt.

La machine conditionne le dimensionnement du moteur et de l'équipement qui doivent répondre au régime permanent, mais aussi aux régimes transitoires : démarrages fréquents ou rapides, à-coups de charge répétés.

Sens de fonctionnement

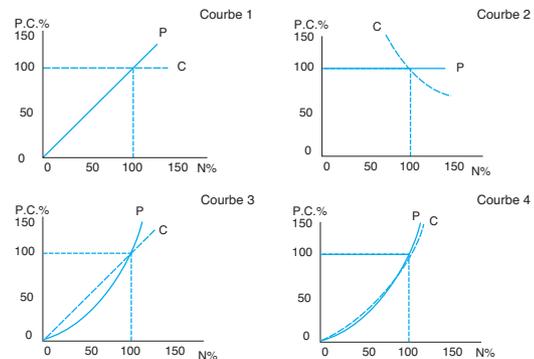


Le croquis ci-dessus montre les 4 possibilités de fonctionnement (4 quadrants) dans le plan couple vitesse. Elles sont résumées dans le tableau ci-dessous.

| Rotation | La machine fonctionne | Couple C | Vitesse n | Produit C x n | Quadrant |
|----------------------|-----------------------|----------|-----------|---------------|----------|
| 1 ^{er} sens | en moteur | + | + | + | 1 |
| | en générateur | - | + | - | 2 |
| 2 ^e sens | en moteur | - | - | + | 3 |
| | en générateur | + | - | - | 4 |

Couple et puissance

Pour déterminer convenablement l'ensemble moteur-variateur, il est très important de connaître la caractéristique couple/vitesse des différentes machines entraînées.



Dans la pratique, toutes les machines peuvent être classées dans 4 catégories de base :

- couple constant (figure 1),
- puissance constante (figure 2),
- couple croissant linéairement avec la vitesse $C = kn$, la puissance P variant comme le carré de la vitesse (figure 3),
- couple croissant comme le carré de la vitesse $C = kn^2$, la puissance variant comme le cube de la vitesse (figure 4).

Un nombre limité de machines peut avoir des caractéristiques de fonctionnement résultant de la combinaison de ces différentes catégories.

Alphabet grec

Lexique technique

L'alphabet grec est souvent utilisé dans des formules mathématiques et techniques. On est bien souvent pris au dépourvu lorsqu'on doit lire une formule. C'est pourquoi vous trouverez ci-dessous l'alphabet grec avec le nom de chacune des lettres qui le composent.

| Nom | Majuscule | Minuscule |
|--------------|-----------|---------------|
| Alpha | A | α |
| Béta | B | β |
| Gamma | Γ | γ |
| Delta | Δ | δ |
| Epsilon | E | ε |
| Dzéta – zêta | Z | ζ |
| Êta | H | η |
| Théta | Θ | θ |
| Iota | I | i |
| Kappa | K | κ |
| Lambda | Λ | λ |
| Mu | M | μ |

| Nom | Majuscule | Minuscule |
|---------|-----------|---------------------|
| Nu | N | ν |
| Xi | Ξ | ξ |
| Omicron | O | o |
| Pi | Π | π |
| Rhô | P | ρ |
| Sigma | Σ | ς, σ |
| Tau | T | τ |
| Upsilon | Y | υ |
| Phi | Φ | ϕ |
| Khi | X | χ |
| Psi | Ψ | ψ |
| Ôméga | Ω | ω |

Alphabet grec

Lexique technique

AGCP : Appareil Général de **C**ommande et de **P**rotection. C'est le disjoncteur de branchement mis à disposition par le fournisseur d'énergie électrique.

Amont : Se dit du circuit qui se trouve du côté de la source d'énergie.

Aval : Se dit du circuit qui se trouve du côté des récepteurs d'énergie.

BT : **B**asse **T**ension (tension comprise entre 50 et 1000 V en alternatif).

Canalisation électrique : Ensemble constitué de conducteurs ou câbles, leur éventuelle protection contre les influences externes et leur fixation visant à assurer la distribution de l'énergie électrique

CEM : **C**ompatibilité **E**lectro-**M**agnétique. Ensemble de règles permettant de garantir que les différents équipements électriques fonctionneront correctement ensemble sans perturber ou être perturbés par les appareils environnant.

Conducteur de protection équipotentielle (PE) : conducteur ayant pour fonction d'assurer la protection des utilisateurs en cas de défaut d'isolement sur un récepteur.

Conducteur actif : conducteur ayant pour fonction de véhiculer de l'énergie.

CPI : **C**ontrôleur **P**ermanent d'**I**solement. Appareil destiné à vérifier qu'il n'y a pas de défaut d'isolement sur la portion de l'installation électrique qu'il « surveille ». Le CPI est utilisé en schéma IT.

DDR : **D**ispositif **D**ifférentiel **R**ésiduel. Equipement assurant la sécurité des utilisateurs en coupant automatiquement l'alimentation électrique en cas de défaut d'isolement.

Défaut d'isolement : dégradation de l'isolation conduisant à un contact entre l'un des conducteurs actifs et la masse métallique d'un récepteur. Le défaut d'isolement doit être détecté et éliminé rapidement afin d'assurer la sécurité des utilisateurs.

DGPT : **D**ispositif de détection **G**az, **P**ression, **T**empérature. Dispositif assurant la protection des transformateurs de distribution immergés.

DGPT2 : **D**ispositif de détection **G**az, **P**ression, **T**empérature. Comme le DGPT, c'est un dispositif assurant la protection des transformateurs de distribution immergés. La seule différence est la présence de deux seuils (un seuil d'avertissement et un second entraînant la mise hors tension de l'appareil).

Équipement électrique : appareil destiné à effectuer une transformation de l'énergie électrique.

ERI : **E**tanche à **R**emplissage **I**ntégral. Voir **ERT**.

ERT : **E**tanche à **R**emplissage **T**otal. Type de transformateurs de distribution immergés dans lequel l'huile remplit totalement le réservoir. Par opposition au remplissage partiel nécessitant un mouvement d'air lors des dilatations de l'huile.

Habilitation électrique : capacité d'une personne à effectuer des opérations au voisinage ou sur une installation électrique dans le respect de règles visant à assurer sa sécurité et celle des personnes présentes.

HTa : **H**aute **T**ension de catégorie **a** (tension comprise entre 1000 et 50000 V en alternatif).

HTb : **H**aute **T**ension de catégorie **b** (tension supérieure à 50000 V en alternatif).

Installation électrique : c'est au sein d'un bâtiment, l'ensemble du matériel électrique qui assure la production et la distribution de l'énergie électrique de façon permanente.

EIB / KNX : Standard de communication ouvert (qui n'est pas lié à un seul et unique fabricant) utilisé en domotique. Ce standard est devenu norme CENELEC EN 50090, CEN EN 13321-1 sur le plan européen et ISO / IEC 14543-3 au niveau international. Ce système est dit à intelligence répartie car on ne retrouve pas d'ordinateur ou d'automate centralisateur.

Lexique technique

Mise au neutre : autre appellation des schémas de liaison à la terre **TN** qui voient le neutre du transformateur de distribution relié à la terre et les masses métalliques des récepteurs reliées au neutre. Il y a deux variantes du schéma **TN** qui sont le **TN-S** (conducteurs de terre et de neutre Séparés) et le **TN-C** (conducteurs de terre et de neutre Confondus).

Neutre à la terre : autre appellation du schéma de liaison à la terre **TT** qui voit le neutre du transformateur de distribution relié à la terre et les masses métalliques des récepteurs reliées à la terre. La terre du transformateur de distribution et celle des récepteurs sont distinctes et sans aucune liaison électrique. Le schéma **TT** est le schéma de liaison à la terre prescrit pour la distribution électrique grand public par la **NF C 15-100**.

Neutre impédant ou **neutre isolé** : autre appellation du schéma de liaison à la terre **IT** qui voit le neutre du transformateur de distribution relié à la terre au travers d'une impédance et les masses métalliques des récepteurs reliées à la terre.

Régime de neutre : ancienne appellation des schémas de liaison à la terre.

RJ45 : Prise destinée au raccordement des appareils VDI (réseau informatique...).

SLT : Schéma de Liaison à la Terre. Position du neutre du transformateur délivrant l'énergie électrique et de celle des masses métalliques des récepteurs par rapport à la terre. Trois schémas de liaisons à la terre sont employés couramment en France : le schéma **TT** (dit neutre à la terre), le schéma **TN** (dit mise au neutre, 2 variantes **TN-C** et **TN-S**) et le schéma **IT** (dit neutre impédant ou neutre isolé).

NF C 13-100 : Norme française qui traite des postes de livraison électrique situés à l'intérieur de bâtiments alimentés en haute tension à partir du réseau de distribution publique.

NF C 13-200 : Norme française qui traite des règles auxquelles sont soumises les installations électriques en haute tension.

NF C 14-100 : Norme française qui traite du branchement électrique en basse tension jusqu'au point de livraison situé immédiatement en aval de l'**AGCP**.

NF C 15-100 : Norme française qui traite des installations électriques à basse tension. Elle s'applique à toutes les installations électriques étudiées au cours de votre formation aussi bien en bâtiment tertiaire qu'en industriel.

NF C 18-510 : Norme française qui traite de la prévention des risques électriques sur les ouvrages et installations électriques.

TBT : Très Basse Tension (tension inférieure à 50 V alternatifs).

TBTS : Très Basse Tension de Sécurité.

TGBT : Tableau Général Basse Tension. C'est l'armoire électrique principale d'un bâtiment, elle comprend tous les équipements nécessaires à la répartition de l'énergie vers les tableaux divisionnaires.

U_L : Tension limite de sécurité. Tension que peut supporter une personne sans limitation de durée sans aucun danger ni aucune séquelle. La tension limite de sécurité **U_L** est de **50 V** en courant alternatif.