

Table des matières :

Remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des diagrammes

Liste des abréviations

Liste des photos

Nomenclatures

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : MECANIQUE

I. Principe du portail coulissant	3
II. Calcul des paramètres du portail	3
II.1. Dimensionnement mécanique	3
II.2. Calcul des efforts tranchants et des moments fléchissant	5
II.3. Calcul du moment maximal de flexion	7
II.4. Longueur maximale du portail	8
III. Etude du système en translation	9
III.1. Caractéristiques du pignon-crémaillère	9
III.2. Dimensionnement des engrenages	10

DEUXIEME PARTIE : ENTRAINEMENT A SENS DE ROTATION REVERSIBLE D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU

I. La machine à courant continu	24
I.1. Caractéristiques de la machine à courant continu	24
I.2. Modèle électromécanique pour un moteur à courant continu, excitation séparée .	24
II. Le convertisseur bidirectionnel	25
II.1. Etude du fonctionnement	25

II.2. Types de montage du convertisseur bidirectionnel en monophasé sans courant de circulation	26
III. Convertisseur par diodes	28
III.1. Montage simple diode	29
III.2. Montage pont de diodes	29

TRIOSIEME PARTIE : ELECTRONIQUE POUR LA GESTION DE L'OUVERTURE ET DE LA FERMETURE DU PORTAIL

I. Fonctionnement du système électronique	32
II. Traitement du rayon laser	32
II.1. Le rayon laser	32
II.2. Principe de fonctionnement	33
II.3. Le circuit émetteur	34
II.4. Le circuit récepteur	34
II.5. Réception des signaux	35
III. Les logiques de commutation	36
III.1. Chronogramme	36
III.2. Fonctionnement	37

QUATRIEME PARTIE : REALISATIONS

I. Consignes de sécurité	40
II. Réalisations électronique	41
II.1. Conception de l'organe de commande	41
II.2. Utilisation du convertisseur bidirectionnel	43
III. Réalisations mécanique	45
IV. Résultats	46

CONCLUSION

Annexes

REMERCIEMENTS

Me voici au terme de mes études au sein de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo. Cinq années y ont été passées, cinq années qui m'ont ouvert la voie m'emmenant vers la grande famille des Ingénieurs en Génie Industriel. Le mémoire que j'ai le privilège de présenter ici n'est que l'aboutissement de ces cinq printemps durant.

Mais qu'en est-il de tout cela si Dieu ne l'a pas voulu ? Bénis soit le Seigneur tout puissant qui m'a orienté vers cette filière.

Comment pourrai-je m'empêcher d'exprimer ma profonde gratitude et mes plus vifs remerciements à tous ceux qui n'ont pas ménagé leurs efforts pour m'inculquer les connaissances qu'ils ont jugées utiles, notamment mes professeurs.

Une mention particulière est adressée à l'endroit de :

- Monsieur RAMANANTSIZEHENA Pascal, Directeur de l'ESPA qui n'a cessé d'inciter ses étudiants à aller toujours de l'avant.
- Monsieur ANDRIANAHARISON Yvon et Monsieur JOELIHARITAHAKA Rabeatoandro, Chefs de départements, qui m'ont aidé à élargir mes connaissances.

Je remercie plus particulièrement Monsieur ANDRIATSIHOARANA Harlin Samuel, mon encadreur pédagogique, qui, à aucun moment, n'a jamais refusé d'apporter les solutions aux problèmes rencontrés et de me donner de précieux conseils durant les préparations de ce mémoire.

J'adresse également mes remerciements au président de Jury Monsieur RAVELOMANANA Nathanael, et aux examinateurs : Monsieur RAJAONARIVELO Jean André, Monsieur RAKOTOJAONA Andriamanantena, Monsieur RAVALOMANANA olivier, qui ont accepté de bon cœur d'être le membre du jury.

Sans oublier le bureau de consultant Cadic Gombert Océan Indien (CGOI) qui a contribué à la réalisation finale de ce mémoire .

Et enfin, je loue en dernier ressort, et non le moindre, le soutien inconditionnel de ma famille.

A tous, je vous souhaite pleins de succès, longévité et prospérité.

A tous, MERCI.

Liste des tableaux

tableau 1 : Paramètre pignon-crémaillère	15
tableau 2 : Table de vérité	38

Liste des figures

fig. 1 : Schéma simplifié	3
fig. 2 : Schéma équivalent du portail	4
fig. 3 : Symbole Convertisseur	26
fig. 4 : Convertisseur P1	26
fig. 5 : Convertisseur PD2	27
fig. 6 : Schéma bloc du convertisseur bidirectionnel	28
fig. 7 : Redresseur à diode	29
fig. 8 : Redresseur en pont de diodes	29
fig. 9 : Schéma bloc du montage avec diodes	30
fig. 10 : Schéma de l'ensemble mcc, redresseur tous thyristors, pont de diodes	30
fig. 11 : Schéma bloc de l'ensemble	32
fig. 12 : Schéma de principe d'un laser	33
fig. 13 : Brochage du circuit intégré 74LS02	35
fig. 14 : Chronogramme de commande	36
fig. 15 : Sécurité du portail	40
fig. 16 : Circuit de commutation	43
fig. 17 : Façade avant du boîtier convertisseur à thyristors	44

Liste des diagrammes :

Diag. 1 : Coefficient des vitesses	16
Diag. 2 : Facteur de distribution des charges longitudinales	16
Diag. 3 : Facteurs de dimension	17
Diag. 4 : Facteur de forme de la dent du pignon	18
Diag. 5 : Facteur de recouvrement	19
Diag. 6 : Facteur lubrifiant	19
Diag. 7 : Facteur de rugosité	20
Diag. 8 : Facteur de forme	21
Diag. 9 : Facteur d'inclinaison	22

Liste des abréviations :

bp : bouton poussoir

ci : circuit intégré

fcem : force contre électromotrice

fem : force électromotrice

mcc : moteur à courant continu

ESPA : Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo

FdcF : fin de course Fermeture

FdcO : fin de course Ouverture

NF : Norme Française

R : reset

S : set

Liste des photos :

photos 1 : Allure des tensions de sortie redressées P1	27
photos 2 : Allure des tensions de sortie redressées PD2	28
photo 3 : Allure de la tension de sortie redressée par diode	29
photo 4 : Allure de la tension de sortie redressée par un pont de diodes	30
photo 5 : Emetteur laser	42
photo 6 : Circuit récepteur et électronique de commande	42
photo 7 : Pignon	45
photo 8 : Crémaillère	45
photo 9 : Guide	45
photo 10 : Galet et rail	45
photo 11 : portail	46
photo 12 : portail fermé	46
photo 13 : portail ouvert	46
photo 14 : allure de $U_d > 0$	47
photo 15 : allure de $U_d < 0$	47

Nomenclatures

2. a : nombre de conducteurs en parallèle
 b_2 : largeur des dents du pignon
 d : diamètre de l'axe du galet, normalisé
 d_a : diamètre de tête
 d_f : diamètre de pied
 d_{o_1} : diamètre primitive du pignon
 e_1 : épaisseur du cadre portail
 e_2 : épaisseur du TPN portail
 f : force de frottement au niveau du roulement galet
 g : force de gravité
 h : hauteur du portail
 l : longueur du portail
 m : module
 $m_{f_{ad}}$: moment de flexion admissible
 n : vitesse de rotation en t/s
 p : nombre de paire de pôles
 t : temps d'ouverture du portail
 v : volume du portail
 w : travail effectué
 C : charge dynamique du galet
 C_{em} : couple électromagnétique
 C_u : couple utile
 E : force électromotrice
 F : commande fermeture
 $FdcO$: capteur fin de course ouverture
 $FdcF$: capteur fin de course fermeture
 I_d : courant induit
 I_{di} : courant d'excitation ou courant inducteur
 K : constante dépendant du paramètre de la mcc
 K_c : coefficient de couple

K_V : coefficient de vitesse
 $K_{F\alpha}$: facteur de répartition de charge transversale
 $K_{F\beta}$: facteur de répartition de charge longitudinale
 $K_{H\alpha}$: facteur de distribution de charge transversale
 $K_{H\beta}$: facteur de distribution de charge longitudinale
 K_{FX} : facteur de dimension de répartition de charge
 K_{HX} : facteur de dimension de distribution de charge
 K_I : facteur d'application
 K_L : facteur lubrifiant
 K_V : facteur dynamique
 M_{t1} : couple sur l'arbre du pignon
 N : nombre de conducteurs actifs (1 spire = 2 conducteurs)
 N_s : vitesse de rotation du moteur à courant continu
 O : commande ouverture
 P : puissance du moteur à courant continu du portail
 Pla : bouton poussoir d'ouverture/fermeture
 $Pobs$: capteur d'obstacle
 Pr : récepteur laser
 $R.I$: Chute de tension dans l'induit
 U : Source principale
 U_d : Tension induit
 U_{di} : Tension inducteur
 V : Vitesse linéaire du portail
 W : Travail effectué
 Y_F : Facteur de forme
 Y_S : Facteur de concentration de contrainte
 Y_β : Facteur d'inclinaison
 Y_ϵ : Facteur de conduite
 Z_1 : Nombre de dents du pignon
 Z_H : Facteur de forme de la dent (flanc)
 Z_r : Facteur de rugosité

Z_v : Facteur de vitesse tangentielle

Z_ϵ : Facteur de recouvrement

ϵ_p : Rapport de conduite

ρ : Masse volumique du portail

ρ_f : Rayon de l'arrondi au pied de la dent (creux)

σ_{ad} : Contrainte normale admissible, normalisé

σ_{Flim} : Limite d'endurance à la rupture

σ_{Hlim} : Limite d'endurance à la pression d'Hertz

ϕ : Flux sous un pôle en weber

ω : Module de résistance à la flexion

Ω : vitesse de rotation de la machine à courant continu

INTRODUCTION

Depuis toujours, l'homme n'a jamais cessé de rechercher des moyens pour faciliter sa vie en faisant toutes sortes d'études afin d'aboutir à des résultats exploitables liés aux innovations technologiques.

Le mémoire de fin d'études sert de rallier la théorie avec la pratique. C'est pourquoi nous avons choisi un thème avec réalisation d'un prototype à modèle réduit d'un portail semi-automatique.

L'ouvre portail automatisé permet l'ouverture et la fermeture d'un portail de façon automatique ou semi-automatique. Pour automatiser un portail, dans notre cas, il est équipé d'un système composé :

- d'un convertisseur bidirectionnel,
- d'un circuit électronique de commande,
- d'un circuit électronique, actionné par un rayon laser, qui gère l'ouverture et la fermeture du portail.

Le but du travail est de concevoir et de réaliser un modèle réduit du système électromécanique.

PREMIERE PARTIE

MECANIQUE

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

I. Principe du portail coulissant:

Le portail est posé sur des galets spécifiques pouvant rouler sur un rail. Pour prévenir tous risques de ballonnement, il est guidé à l'aide de roulettes en caoutchouc sur la partie supérieure. La puissance du moteur est transmise par l'intermédiaire d'un motoréducteur à pignon-crémaillère.

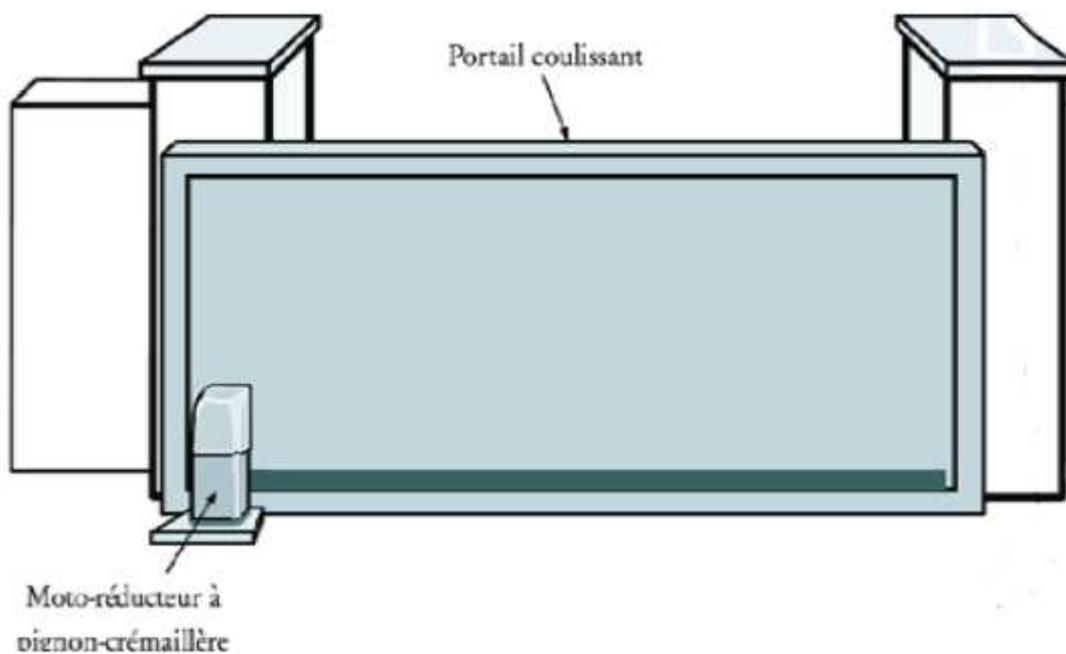


fig.1 : Schéma simplifié du portail

II. Calcul des paramètres du portail :

II.1. Dimensionnement mécanique :

En électricité

$$P=UI \text{ [W]} \quad (1,1),$$

en mécanique

$$P = \frac{f \cdot l}{t} [\text{W}] \quad (1,2)$$

Pour les systèmes en rotation la notion de force n'est pas significative, car il faut positionner l'axe par rapport à cette force, c'est pourquoi on utilise la notion de moment M d'une force « f » à la distance $d/2$ de l'axe de rotation :

$$M = \frac{f \cdot d}{2} [\text{Nm}] \quad (1,3)$$

Dans notre cas, le roulement galet n'est soumis à aucune charge axiale. La force de frottement « f » au niveau du galet est donc égal à la charge dynamique « C »

$$f = \frac{P}{w} \approx C [\text{N}] \quad (1,4)$$

En outre, le moment de flexion admissible étant :

$$m_{f_{ad}} = \sigma_{ad} \times \omega = \sigma_{ad} \times \frac{\pi d^3}{32} [\text{daN} \cdot \text{mm}^{-2}] \quad (1,5)$$

Pour simplifier le calcul du moment fléchissant, assimilons le portail à une poutre, sur appui de deux roulements sans glisser, soumise à une charge uniformément répartie 'q'.

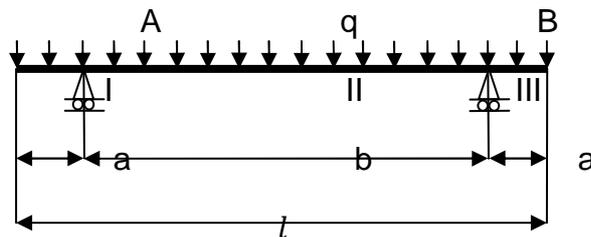


fig.2 : Schéma équivalent du portail

Réactions aux appuis:

Posons :

'A' : la force appliquée sur le premier appui

'B' : la force sur le second appui

'ql' : la résultante de la charge appliquée sur toute la longueur du portail.

D'où, on obtient :

$$A + B - ql = 0 \quad (1,6)$$

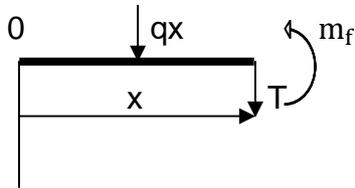
On a une symétrie par rapport au centre du portail,
on tire :

$$A = B = \frac{ql}{2} \quad (1,7)$$

II.2. Calculs des efforts tranchants et des moments fléchissant :

- Dans la partie 'I' : $0 < x < a$

La résultante de la charge appliquée sur une portion de la poutre de distance 'x' à l'origine '0' est 'qx'. 'm_f' le moment fléchissant et 'T' l'effort tranchant.



• L'effort tranchant :

$$T + qx = 0$$

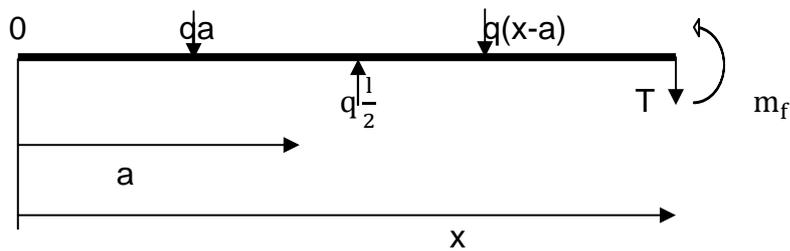
$$\rightarrow T = -qx \quad (1,8)$$

• Le moment fléchissant :

$$m_f + qx \frac{x}{2} = 0$$

$$\rightarrow m_f = -q \frac{x^2}{2} \quad (1,9)$$

- Dans la partie 'II' : $a < x < l+a$



En suivant le même raisonnement que précédemment, on obtient:

• L'effort tranchant :

$$qa + q(x - a) + T - q\frac{l}{2} = 0$$

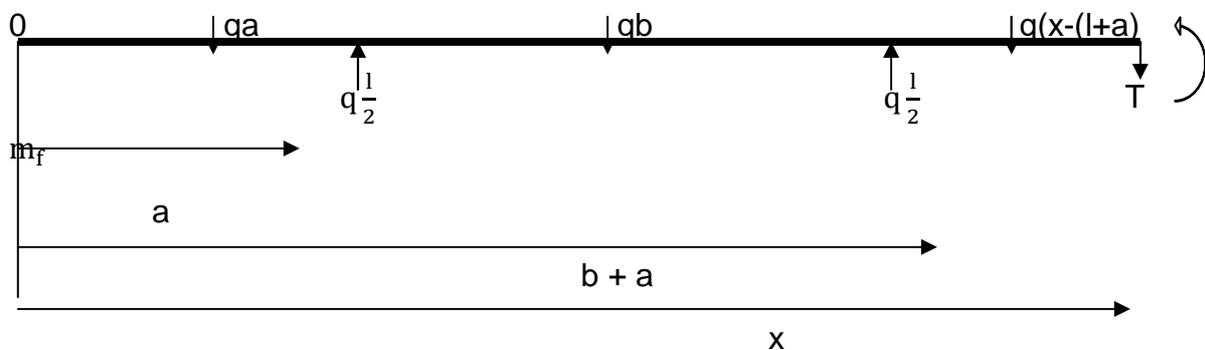
$$\rightarrow T = q\left(\frac{l}{2} - x\right) \quad (1,10)$$

• Le moment fléchissant :

$$m_f + q\frac{(x-a)^2}{2} + q\frac{l}{2}(x-a) + qa(x-\frac{a}{2}) = 0$$

$$\rightarrow m_f = \frac{q}{2}[x(l-x) - la] \quad (1,11)$$

- Dans la partie 'III' : $l+a < x < l$



En suivant le même raisonnement que précédemment, on obtient:

- L'effort tranchant :

$$q_a - q_l + q_b + q(x - (b + a)) + T = 0$$

$$\rightarrow T = q(l - x) \quad (1,12)$$

- Le moment fléchissant :

$$m_f + q \frac{(x-(b+a))^2}{2} - q \frac{1}{2} (x - (b + a)) + q_b \left(x - \left(\frac{b}{2} - a \right) \right) - q \frac{1}{2} (x - a) + q_a \left(x - \frac{a}{2} \right) = 0$$

$$\rightarrow m_f = \frac{q}{2} [l(x - b) - x^2 + a^2] \quad (1,13)$$

II.3. Calcul de $m_{f_{\max}}$:

' $m_{f_{\max}}$ ' étant le moment maximal de flexion et ' m_f ' la dérivée du moment fléchissant.

' m_f ' atteint une valeur maximale lorsque sa dérivée est nulle.

$$\rightarrow m_f' = 0.$$

Seul dans la partie 'II', il y a un changement de signe de la dérivée.

$$\rightarrow m_f' = q \left(\frac{1}{2} - x \right) = 0,$$

d'où :

$$x = \frac{1}{2}$$

$$\rightarrow m_f \left(\frac{1}{2} \right) = \frac{q}{2} \left[\frac{1}{2} l - l a \right]$$

$$\rightarrow \boxed{m_{f_{\max}} = m_f \left(\frac{1}{2} \right) = q l \frac{1-4a}{8}} \quad (1,14)$$

II.4. Longueur maximale du portail :

On a:

$$m_{f_{ad}} > m_{f_{max}}$$

$$(1,5) \rightarrow ql \frac{l-4a}{8} = \sigma_{ad} \frac{\Pi d^3}{32}$$

on donne :

$$a = \frac{l}{200}$$

$$\rightarrow \frac{49ql^2}{400} = \sigma_{ad} \frac{\Pi d^3}{32} \quad (1,15)$$

Or,

$$q = \frac{\rho v g}{l}$$

$$\rightarrow l = \sqrt{\frac{25 \sigma_{ad} \Pi d^3}{98 q}} \quad (1,16)$$

Données numériques :

- $f = 1000[\text{N}]$
- $C \approx 100[\text{daN}]$

$$\rightarrow C_{\text{normalisé}} = 111[\text{daN}] \quad (*)$$

$$\rightarrow d \geq 0.002[\text{m}] \quad (*)$$

$$\rightarrow \boxed{l = \frac{5}{1.3 \cdot 10^{-4}} \frac{\sigma_{ad} \Pi d^3}{\rho g} - \frac{14}{6.5}} \quad (1,17)$$

Pour $d = 0.002[\text{m}]$, on a :

$$l_{\text{max}} = 1.23[\text{m}]$$

Prenons :

$$\boxed{l = 1.00[\text{m}]}$$

(*) : [1]

Pour notre modèle, les données sont les suivantes :

$$P = 50[\text{W}];$$

$$v = 0.05[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}];$$

$$h = 0.5[\text{m}];$$

$$\rho = 7.85 \times 10^3 [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}];$$

$$\sigma_{\text{ad}} = 27 [\text{daN} \cdot \text{mm}^{-2}];$$

$$g = 9.81 [\text{SI}];$$

$$e_1 = 0.002 [\text{m}];$$

$$e_2 = 0.0005 [\text{m}];$$

$$v = 6.5 * 10^{-4}l + 1.4 * 10^{-4} [\text{m}].$$

III. Etude du système en translation :

La motricité est assurée par un Moteur à Courant continu muni d'un système : pignon – crémaillère.

III.1. Caractéristiques du pignon - crémaillère :

La transmission par engrenage est un système mécanique destiné à transmettre une force importante avec un rapport de transmission fidèle, d'un arbre moteur à un arbre récepteur suffisamment rapprochés l'un de l'autre.

L'engrenage est un mécanisme élémentaire constitué de deux roues dentées mobiles autour d'axes de position relative invariable et dont l'une entraîne l'autre par l'action de dents successivement en contact : on dit que les deux roues sont conjuguées ; la plus petite est le pignon, la plus grande la roue (dans notre cas, on utilise une roue de diamètre infini, communément appelé : crémaillère).

Dans le cadre de notre étude, on va utiliser l'une des trois catégories d'engrenages qui est l'utilisation de deux engrenages cylindrique à denture droite et à axes parallèles.

Afin de maintenir le rapport de vitesses angulaires rigoureusement constant, les engrenages se sont naturellement substitués aux roues de friction, évitant ainsi le glissement et la perte d'énergie dans les paliers.

III.2. Dimensionnements des engrenages :

Supposons que la machine travaille 0.5 heures par jour.

Données :

. Puissance de moteur d'entraînement : $P = 0.1785$ [Kw]

. Vitesse nominale : $n_1 = 3000$ [$\frac{\text{tr}}{\text{mn}}$]

. Rapport de transmission : $i = 20 > 1$ (*réduction*)

- Couple sur l'arbre du pignon :

$$M_{t_1} = 974 \frac{P}{n_1} \quad (1,18)$$

A.N :

$$M_{t_1} = 0.058 \text{ [KgF]}$$

- Rapport de la largeur de la dent :

$$\frac{b}{d_{o_1}} = 0.3 + \frac{i}{20} \quad (1,19)$$

A.N :

$$\frac{b}{d_{o1}} = 0.4$$

- **Diamètre primitif du pignon :**

$$d_{o1} = 245 \left(\frac{M_{t1}}{b} \frac{i+1}{i} Q_{HA} \left(Q_{HB} \frac{S_{Hmin}}{Q_{HD} \times \sigma_{Hlim}} \right)^2 \right)^{\frac{1}{3}} \quad (1,20)$$

A.N :

On a :

$$\rightarrow Q_{HA} = K_I \times K_V \times K_{H\beta} = 2.625 \quad (1,21)$$

Où :

- $K_I = 0.5$,
- $K_V = 1.5$ (diagramme 1),
- $K_{H\beta} = 3.5$ (diagramme 2).

$$\rightarrow Q_{HB} = K_{H\alpha}^{\frac{1}{2}} \times Z_H \times Z_\epsilon = 1.77 \quad (1,22)$$

Où :

- $K_{H\alpha} = 1 + 2(q_L - 0.5) \left(\frac{1}{Z_\epsilon^2} - 1 \right)$

Pour une bonne qualité de la denture : $q_L = 0.5 \rightarrow K_{H\alpha} = 1$

- $Z_\epsilon = \left(\frac{4 - \epsilon_p}{3} \right)^{\frac{1}{2}}$

Pour $\epsilon_p = 1 \rightarrow Z_\epsilon = 1$

- $Z_H = 1.77$ (diagramme 4).

$$\triangleright \boxed{\sigma_{Hlim} = 42 \left[\frac{\text{Kgf}}{\text{mm}^2} \right]} \quad (1,23) , \text{ pour l'acier GS 60}$$

$$\triangleright \boxed{Q_{HD} = K_L \times K_{HX} \times Z_r \times Z_v = 1} \quad (1,24)$$

Où :

- $K_L = 1$ (diagramme 6),
- $K_{HX} = 1$,
- $Z_r = 1$ (diagramme 7),
- $Z_v = 1$

$$\triangleright \boxed{S_{Hmin} = 1.3} \quad (1,25)$$

$$\rightarrow d_{o1} = 26.03[\text{mm}]$$

Finalement : $d_{o1} \geq 27 [\text{mm}]$ dans les conditions nominales.

Dans notre cas,

$$v = \Pi d_{o1} N_s [\text{m. mn}^{-1}] \quad (1,26)$$

$$N_s = \frac{E}{K\phi} = \frac{U - RI}{K\phi}$$

Or,

$$U \gg RI$$

$$\rightarrow N_s = \frac{U}{K\phi}$$

$$\rightarrow K\phi = \frac{U_{nominal}}{N_{snominal}} = \frac{170}{150} = 1.13$$

$$\rightarrow N_s = \frac{U}{1.13}$$

Pour, $U = 35[\text{V}]$

$$\rightarrow N_{s_{ad}} \approx 34[\text{tr. mn}^{-1}]$$

$$(1,26) \rightarrow \boxed{d_{o1} = \frac{v}{\pi N_s} = \frac{3}{34\pi}} \quad (1,27)$$

$$\rightarrow \boxed{d_{o1} = [28\text{mm}]}$$

- **Largeur des dents du pignon :**

$$\boxed{b_2 = \left(\frac{b}{d_{o1}}\right) d_{o1}} \quad (1,28)$$

A.N.:

$b_2 \geq 10.8[\text{mm}]$ dans les conditions nominales.

Dans notre cas,

$$\boxed{b_2 = 14.0[\text{mm}]}$$

- **Module :**

$$\boxed{m = \frac{F_0}{b_2} \times Q_{FA} \times Q_{FB} \times Y_F \times \frac{S_{Fmin} \times i}{Q_{FD} \times \sigma_{Flim}}} \quad (1,29)$$

A.N.:

On a :

$$\triangleright \boxed{F_0 = \frac{2000 \times M_{t1}}{d_{o1}} = 4.46[\text{Kgf}]}$$

$$\triangleright \boxed{Q_{FA} = K_I \times K_V \times K_{F\beta} = 1.97}$$

Où :

$$K_{F\beta} = 0.75 \times K_{H\beta} = 2.625$$

$$\triangleright \boxed{Q_{FB} = Y_\epsilon \times K_{F\alpha} \times Y_\beta = 1}$$

Où :

- $Y_\epsilon = \frac{1}{\epsilon_p} = 1,$
- $K_{F\alpha} = 1 - 2(\epsilon_p - 1)(q_L - 0.5) = 1,$
- $Y_\beta = 1$ (diagramme 9).

➤ $Y_F = 1$: engrenage silencieuse (diagramme 8)

➤ $Q_{FD} = Y_S \times K_{FX} = 1$

où:

- $\rho_f \geq 0.25$ [mm] $\rightarrow Y_S = 1$
- $K_{FX} = 1$

➤ $\sigma_{F\lim} = 17 \left[\frac{kgf}{mm^2} \right]$

➤ $S_{F\min} = 1.7$

$\rightarrow m = 2.73$

Prenons dans le tableau la valeur supérieure normalisée du module :

$$\boxed{m = 3}$$

- **Nombre de dents du pignon :**

$$\boxed{Z_1 = \frac{d_{o1}}{m} = 8.68} \quad (1,30)$$

$$\rightarrow \boxed{Z_1 = 9}$$

- **Diamètre du cercle de tête :**

$$d_a = d_{o_1} + (2 \times m) \quad (1,31)$$

$$\rightarrow d_a = 34[\text{mm}]$$

- **Diamètre du cercle de base :**

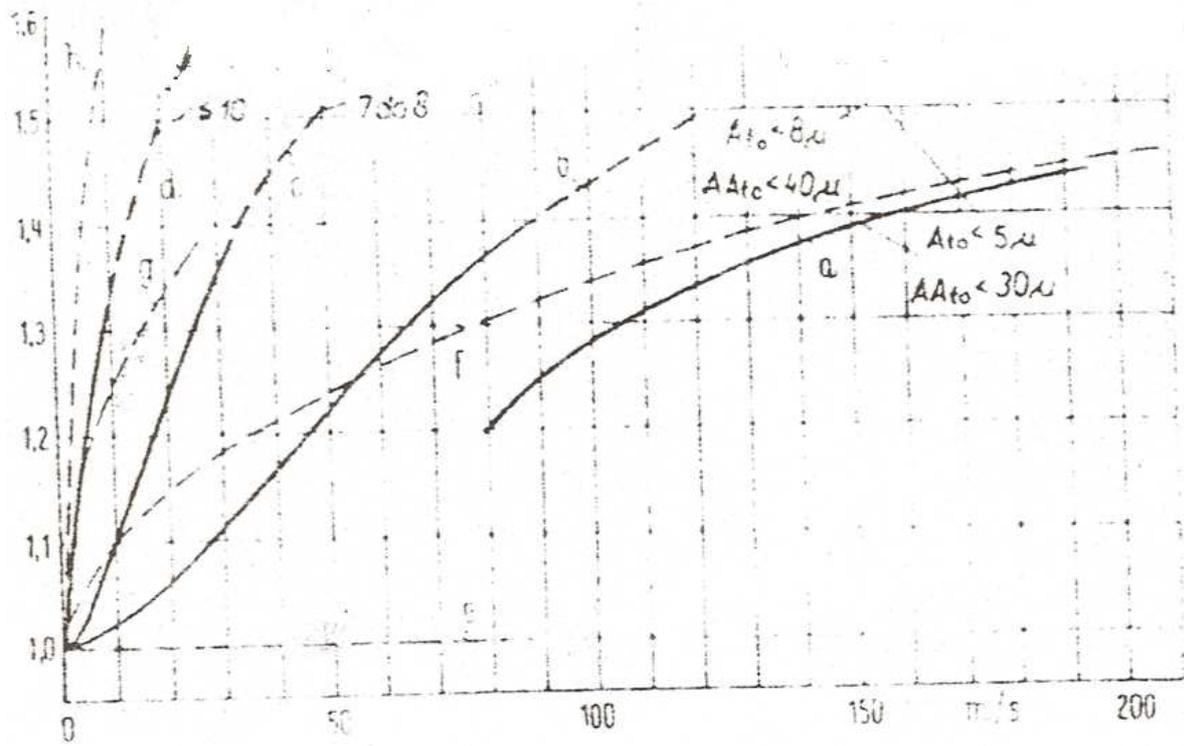
$$d_f = d_{o_1} - (2.5 \times m) \quad (1,32)$$

$$\rightarrow d_f = 20.5[\text{mm}]$$

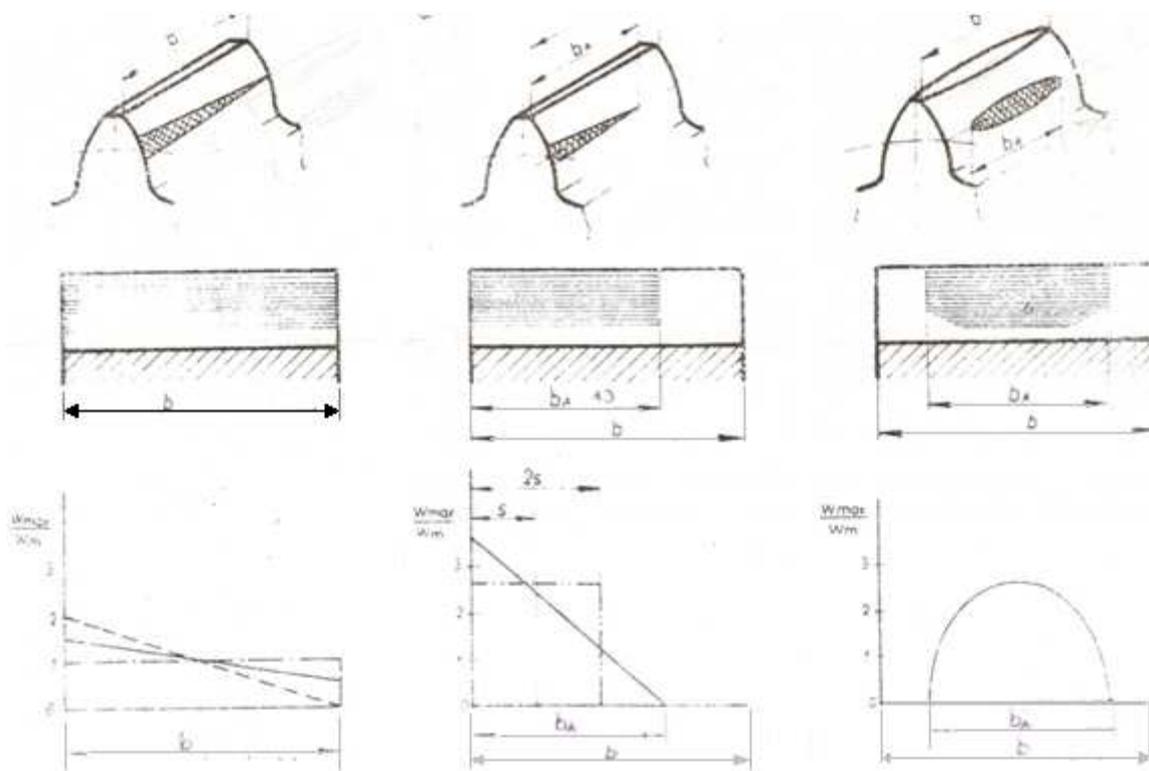
Donnons sous forme de tableau les paramètres de notre pignon à denture droite normale :

Module	$m = 3$
Nombre de dents	$Z_1 = 19$
Pas	$p = 9.42$
Saillie	$h_a = 3$
Creux	$h_f = 3.75$
Hauteur de dent	$h = 6.75$
Diamètre primitif	$d_{o_1} = 28$
Diamètre de tête	$d_a = 34$
Diamètre de pied	$d_f = 20.5$
Largeur de denture	$b = 24$

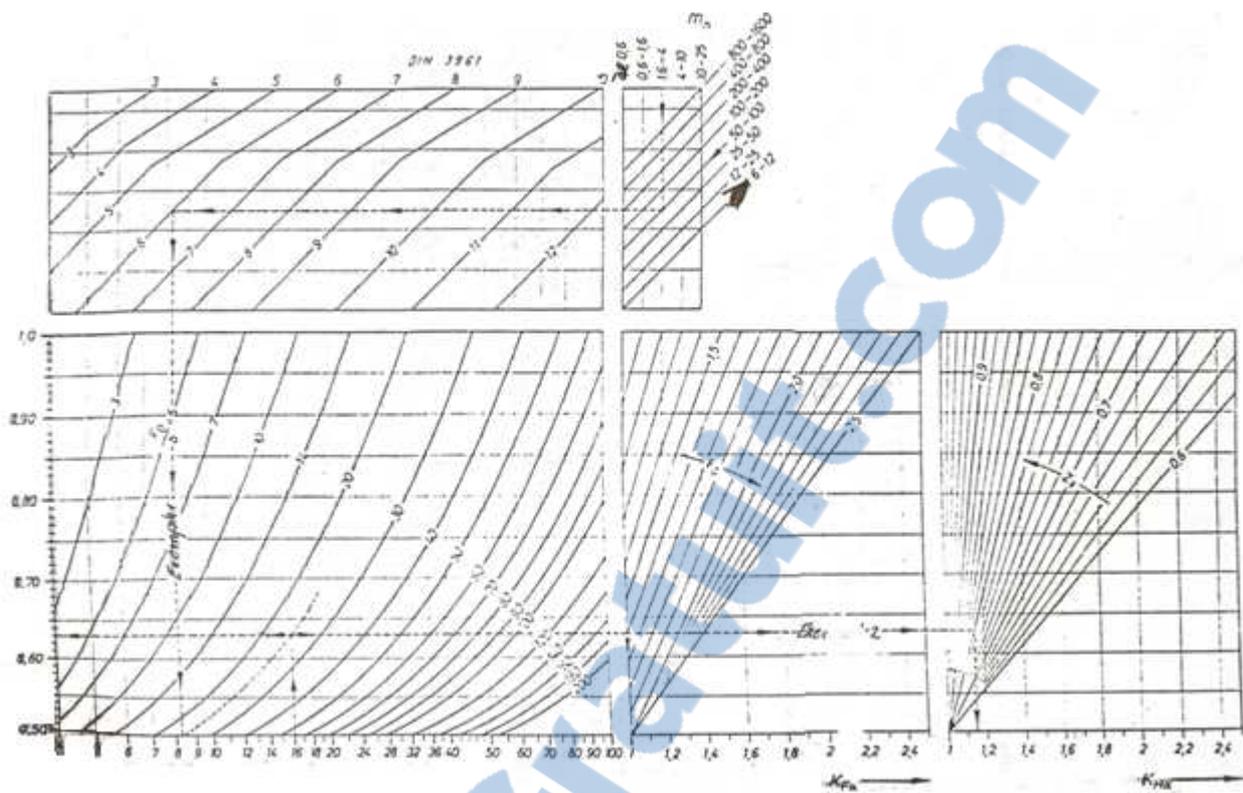
tableau 1 : Paramètres pignon-crémaillère



Diag. 1 : Coefficient des vitesses

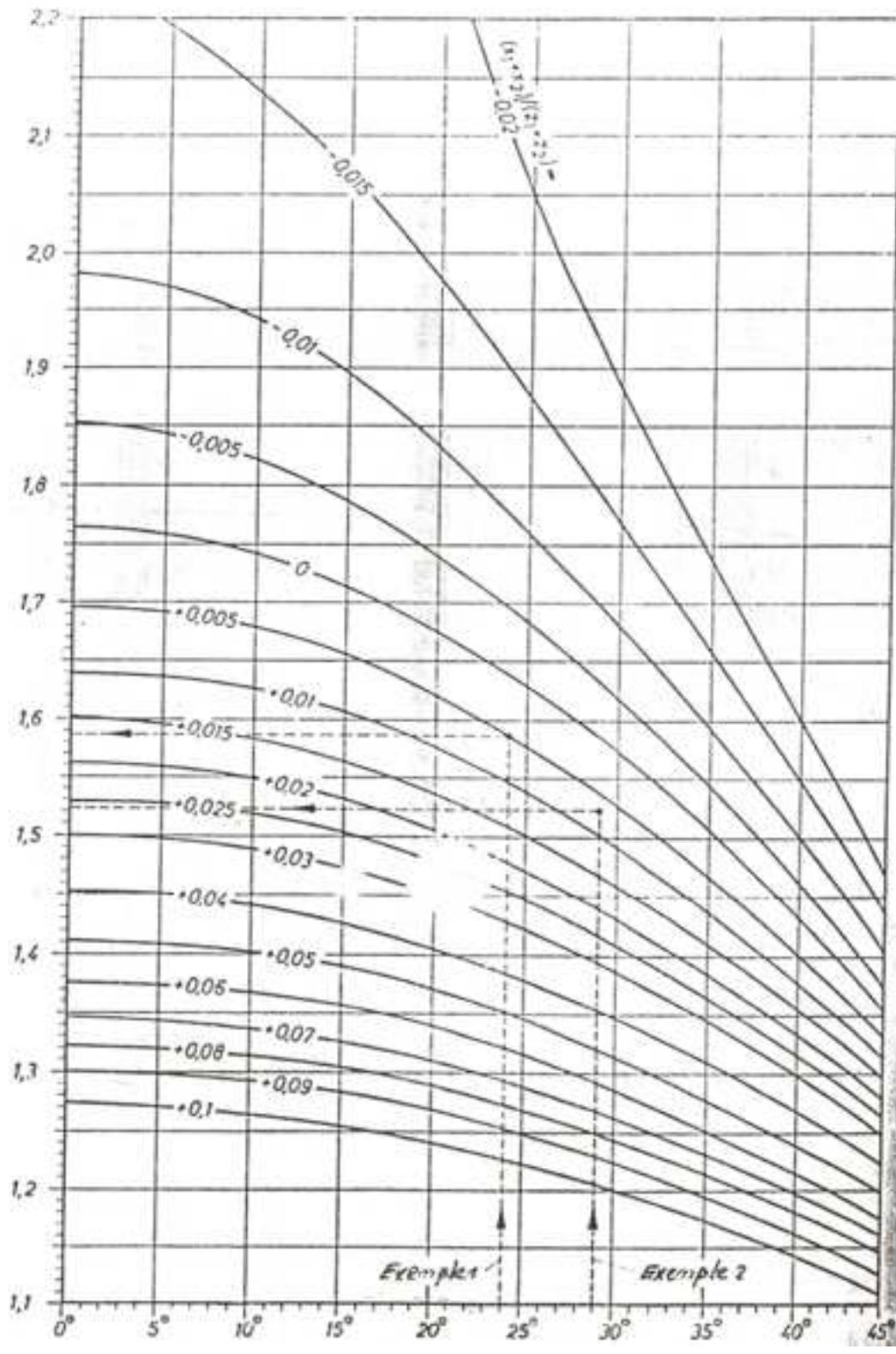


Diag. 2 : Facteur de distribution des charges longitudinales

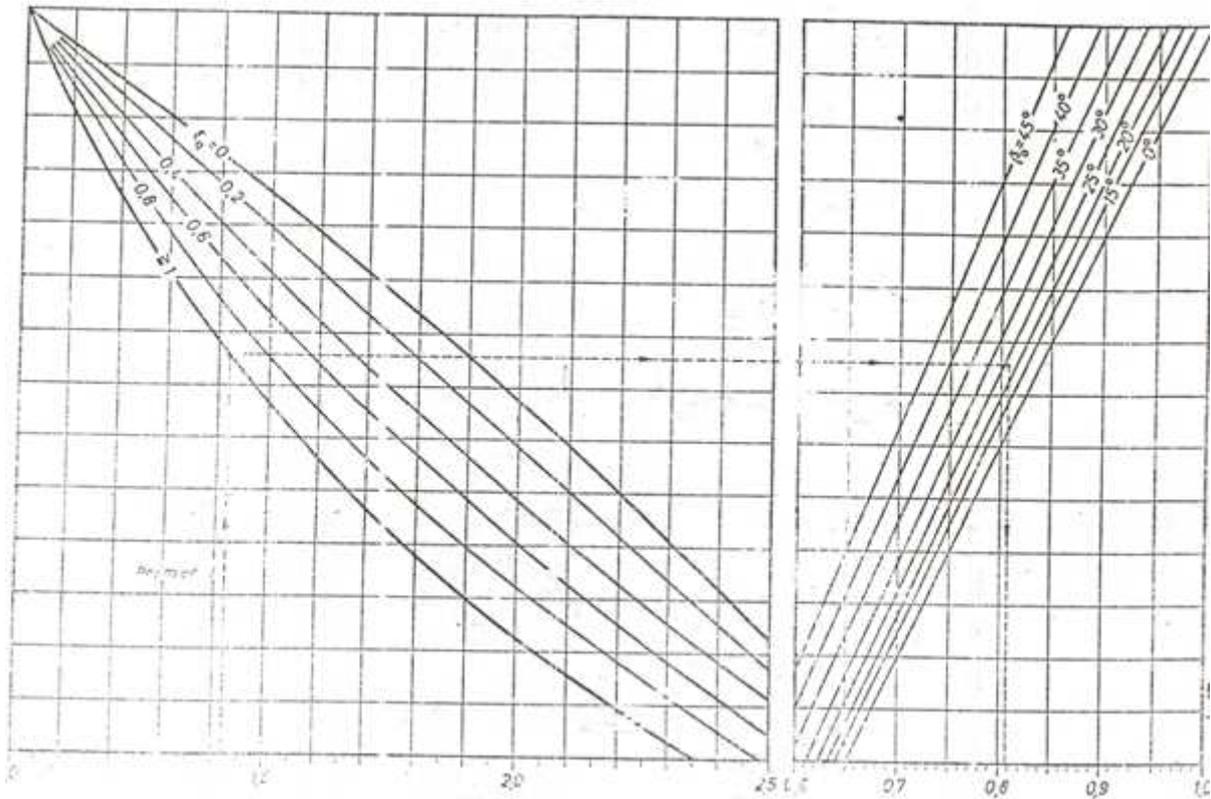


Diag. 3 : Facteurs de dimension

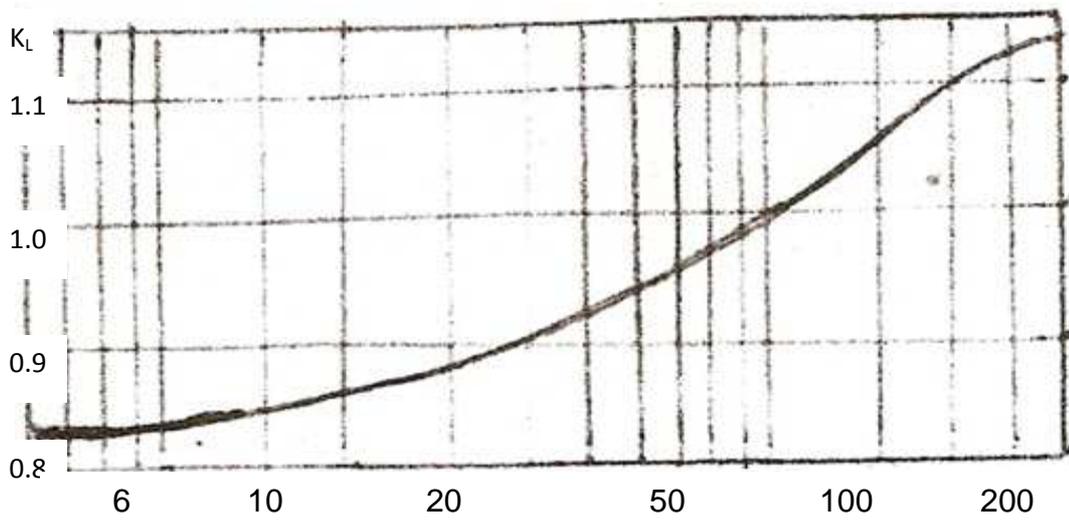
Rapport-gratuit.com 
 LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES



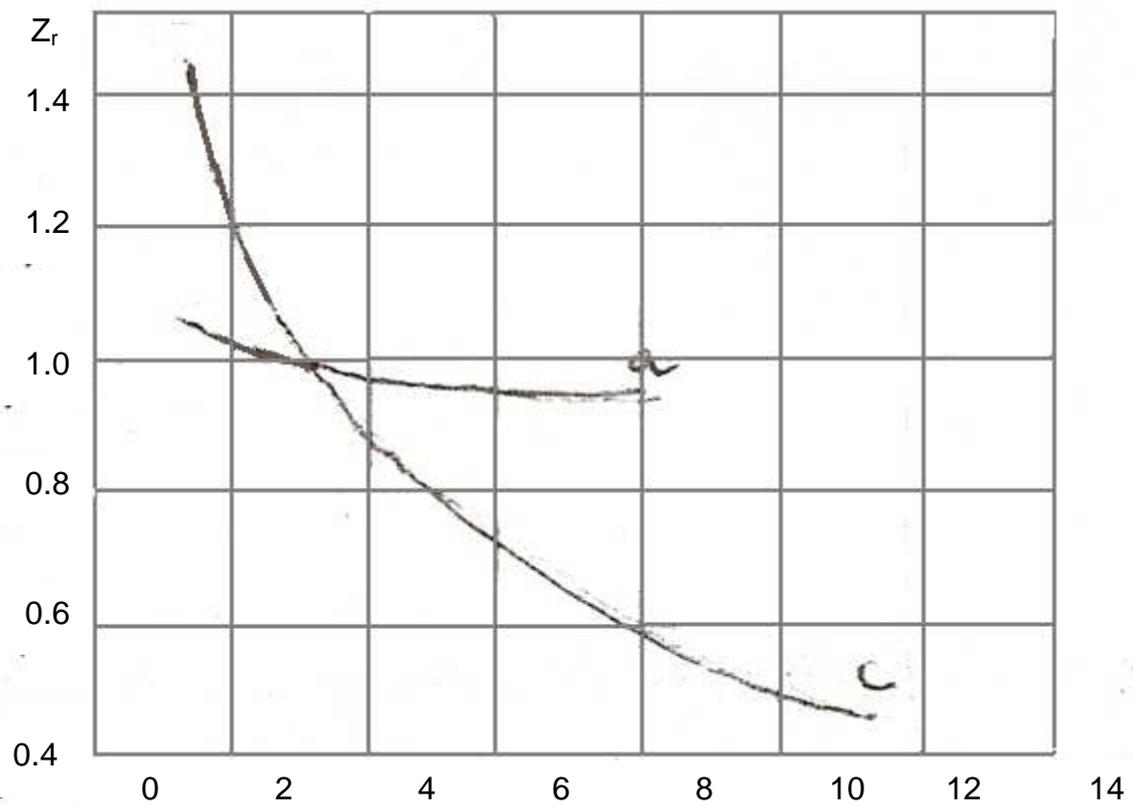
Diag. 4 : Facteur de forme de la dent du pignon



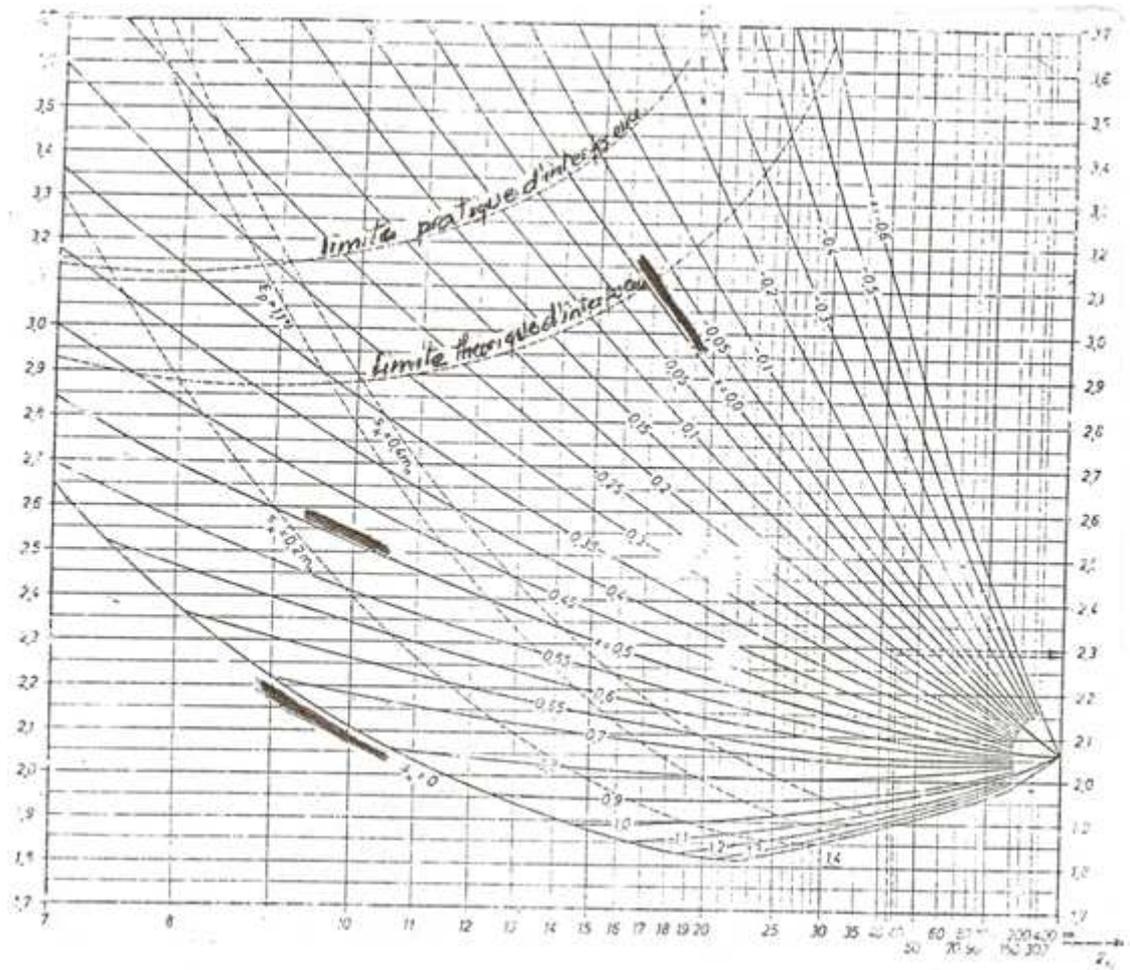
Diag. 5 : Facteur de recouvrement



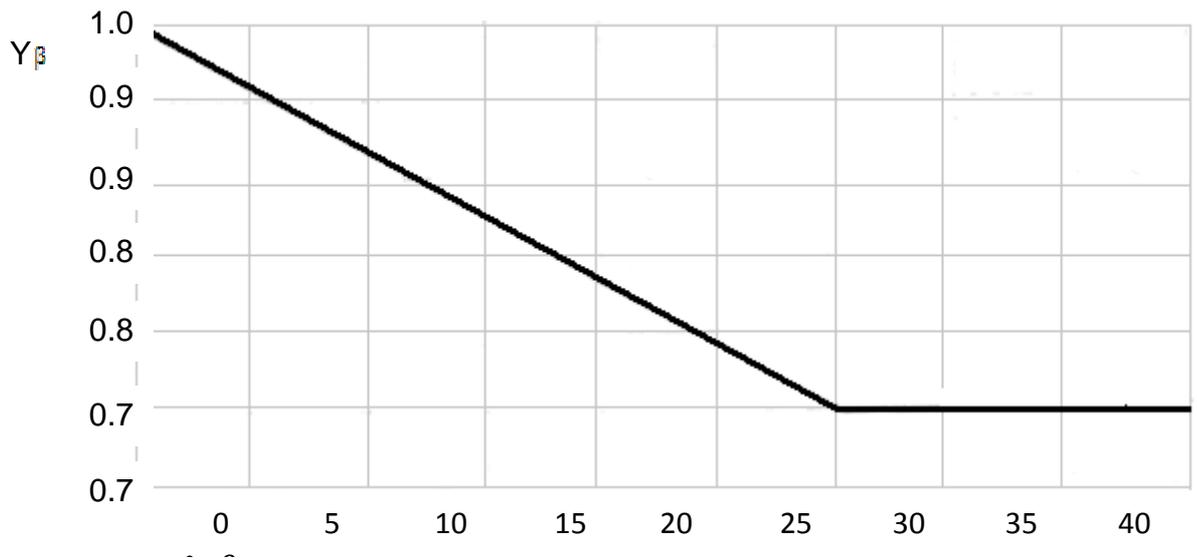
Diag. 6 : Facteur lubrifiant



Diag. 7 : Facteur de rugosité



Diag. 8 : Facteur de forme



Diag. 9 : Facteur d'inclinaison

DEUXIEME PARTIE

ENTRAINEMENT A SENS DE ROTATION REVERSIBLE D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU

I. La machine à courant continu :

La machine à courant continu est un convertisseur d'énergie qui fonctionne dans les 2 sens : conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation et réciproquement. A partir d'une source électrique (forme électrique) il entraîne un axe en rotation (forme mécanique) et inversement si on entraîne son axe en rotation (forme mécanique), il fournira une tension (forme électrique) qui fera passer un courant dans un dispositif électrique. Dans le 1^{er} cas la machine à courant continu fonctionne en moteur, dans le 2nd cas la machine à courant continu fonctionne en génératrice. Actuellement son utilisation la plus fréquente est en moteur, son utilisation en génératrice se limite à délivrer une tension proportionnelle à la vitesse.

I.1. Caractéristiques de la machine :

- type de machine : mcc à excitation séparée
- puissance nominale sur l'arbre : 0.1785 KW
- tension d'alimentation induit : 170 V, inducteur : 190 V nominales
- courant induit 1.05 A, aux conditions nominales.

I.2. Modèle électromécanique pour un moteur à courant continu, excitation séparée :

- expression de E en fonction de W (rd/s) :

$$E = \frac{p}{a.n.N.\phi} = \frac{p}{a.n.\frac{\Omega}{2p}} \quad (2,1)$$

Si Φ est constant alors on peut poser :

$$Kv = \frac{p}{\frac{a.n.\phi}{2p}} \quad (2,2)$$

et

$$E = Kv . \Omega \quad (2,3)$$

- expression des couples électromagnétique C_{em} et utile C_u en fonction de I_d :

$$C_{em} = \frac{E . I_d}{\Omega} = \frac{Kv . \Omega . I_d}{\Omega} \quad (2,4)$$
$$\rightarrow C_{em} = Kv . I_d$$

et

$$C_u = Kc . I_d$$

Si C_u est très « grand » devant le couple de pertes, on peut écrire :

$$K_v = K_c \quad (2,5)$$

- Commande des moteurs : asservissement de vitesse et de position

Pour réaliser une commande de moteur (appelé servo- moteur), les automaticiens, en général, ne prennent pas en compte les pertes mécaniques et considèrent que K_c est égal à K_v . Les pertes mécaniques, qui sont très inférieures aux puissances mises en jeu, sont compensées par une correction sur la tension d'alimentation de l'induit.

II. Le convertisseur bidirectionnel :

Le convertisseur de courant normal est caractérisé par la propriété que le courant continu de sortie ne peut pas changer de signe. C'est seulement la tension continue de sortie qui est apte à changer de signe, c'est le cas de l'onduleur non autonome.

Pour l'alimentation du moteur à courant continu, il est nécessaire que le courant continu puisse aussi changer de signe.

Le montage, permettant de réaliser cette condition, est nommé convertisseur de courant bidirectionnel. Il est composé de deux convertisseurs de courant normaux connectés en antiparallèle auxquels on applique une commande appropriée.

II.1. Etude du fonctionnement :

Le montage est caractérisé par le fait qu'un courant de circulation peut circuler d'un convertisseur de courant à l'autre sans passer par la charge dû à des tensions alternatives non complètement compensées. Pour limiter ce dernier, il est nécessaire d'insérer des bobines d'induction entre les deux convertisseurs de courant.

Le courant de circulation présente l'avantage d'assurer une caractéristique linéaire pour de faible courant continu. Comme désavantages, l'angle de retard d'allumage doit être supérieur à : $\alpha > 30^\circ$ ce qui limite la valeur maximale de la tension continue fournie et provoque aussi une augmentation de la puissance réactive absorbée par le convertisseur de courant.

Pour des puissances élevées, il est nécessaire d'éliminer le courant de circulation en bloquant complètement les impulsions aux gâchettes du convertisseur de courant ne conduisant pas le courant de charge. On a donc une complémentarité : si l'un conduit, l'autre sera bloqué et vice versa.

L'empêchement du courant de circulation permet d'éliminer les désavantages et les selfs de courant de circulation. Par contre, on remarque le comportement discontinu des caractéristiques de charge pour de faible courant continu (la charge I_d au voisinage de 0).

Le convertisseur utilisé sera un pont bidirectionnel à thyristors que l'on montera au niveau du circuit d'induit du moteur à courant continu.

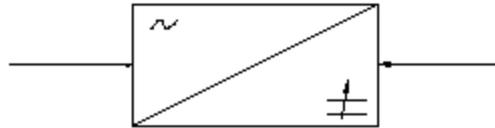


fig.3 : Symbole Convertisseur

II.2. Types de montage du convertisseur bidirectionnel en monophasé sans courant de circulation :

Afin de vérifier la réversibilité du courant continu de sortie du convertisseur bidirectionnel, on va effectuer un essai à vide du moteur à courant continu, puis on va observer avec un oscilloscope l'allure de U_d aux bornes de la charge.

- Montage P1 réversible:

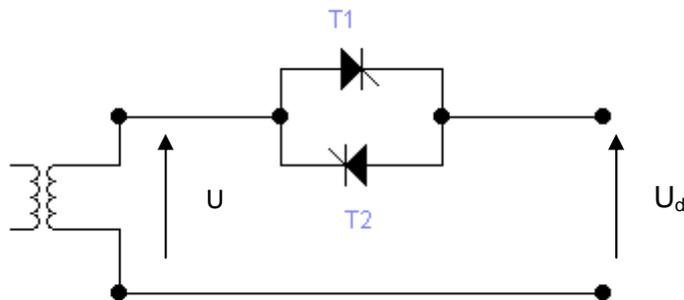
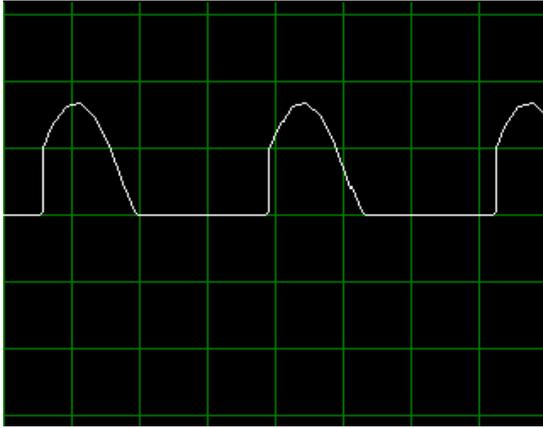
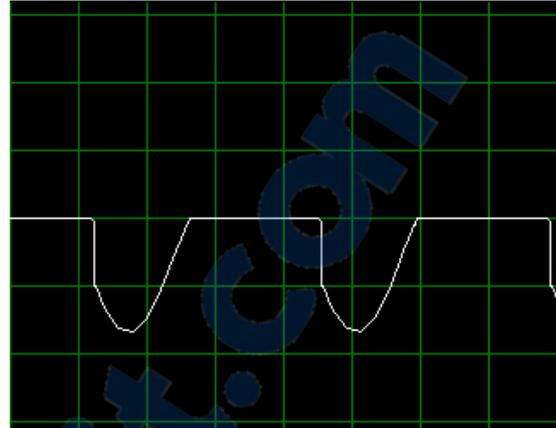


fig.4 : Convertisseur P1

T1 conduit le courant continu positif et T2 le courant continu négatif.
 U : tension simple de la source alternative.



Conduction T1



Conduction T2

photos 1 : Allure des tensions de sortie redressées P1

Dans ce premier montage, on remarque que : T1 et T2 ne peuvent pas conduire en même temps sinon, il n'y aurait pas redressement de la tension. La conduction des deux thyristors est alors complémentaire : si l'un conduit, l'autre doit être bloqué et vice-versa.

Dans ce montage, la tension de sortie n'atteint pas la valeur optimale ; pour y remédier, on adopte un nouveau montage.

- Montage pont double PD2:

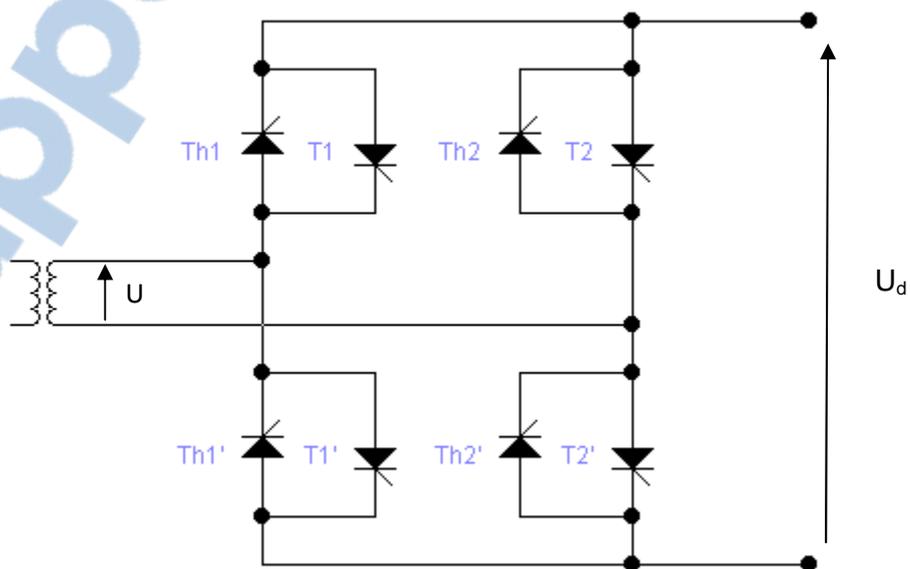
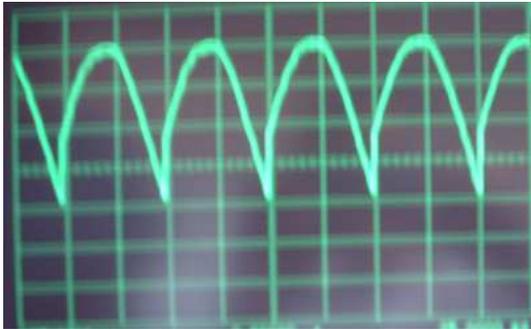


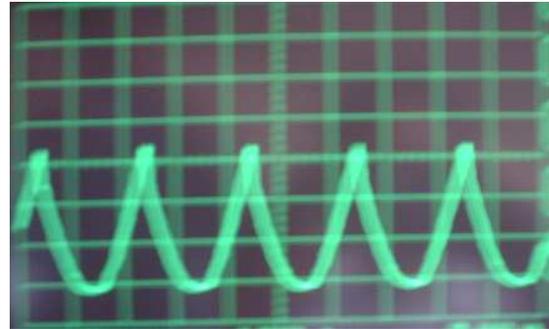
fig.5 : Convertisseur PD2

On a un montage des convertisseurs en antiparallèle (tête bêche). Chaque convertisseur est constitué de deux types de commutateurs :

- pour le courant continu positif : commutateurs Th_i ,
- pour le courant continu négatif : commutateurs T_i .



Conductions Th_i



Conductions T_i

photos 2 : Allure des tensions de sortie redressées PD2

Ces différentes photos montrent la réversibilité du courant continu aux bornes du convertisseur bidirectionnel à thyristors.

Nous utiliserons le montage Pont Double PD2 pour alimenter l'induit du moteur à courant continu car la tension de sortie est presque le double que pour un montage P1 classique.

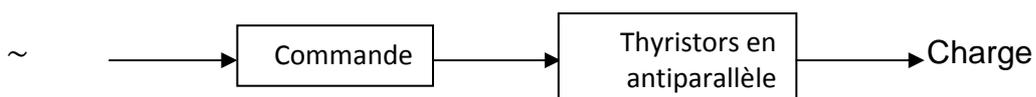


fig.6 : Schéma bloc du convertisseur bidirectionnel

III. Convertisseur par diodes :

La réversibilité du sens de rotation du moteur à cc est déjà assurée par le pont bidirectionnel à thyristors alimentant l'induit. Il faut juste un courant continu fourni par diode pour le circuit d'inducteur. **Montage simple diode:**

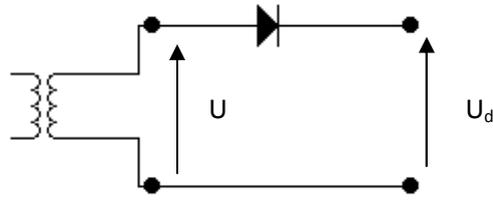


fig.7 : Redresseur à diode

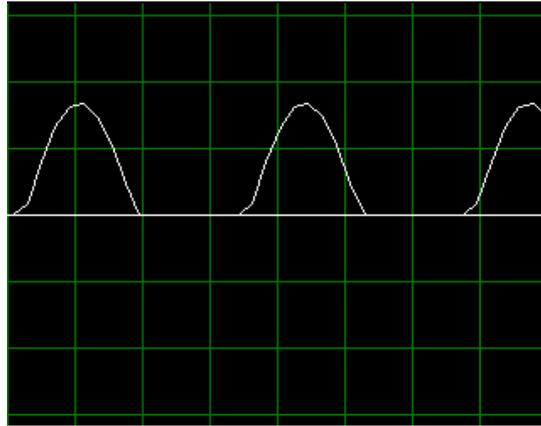


photo 3 : Allure de la tension de sortie redressée par diode

III.2. Montage en pont de diodes :

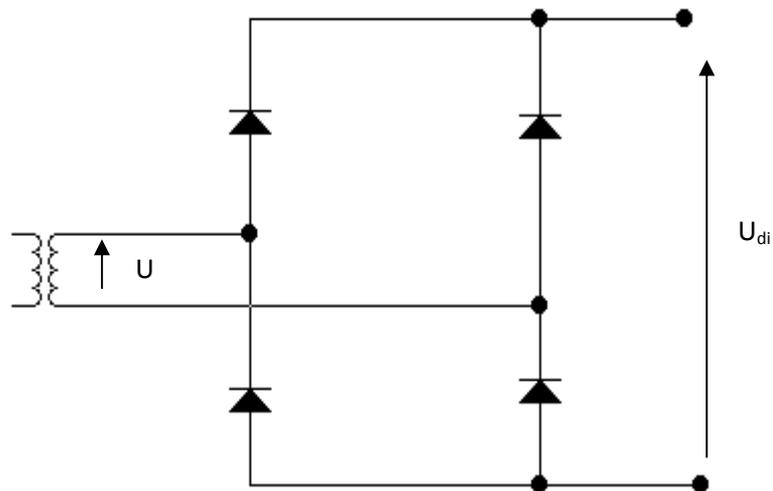


fig.8 : Redresseur en pont de diodes

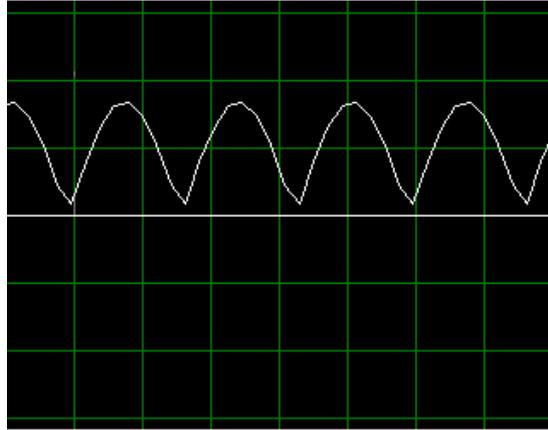


photo 4 : Allure de la tension de sortie redressée par un pont de diodes

Nous adopterons le montage en pont de diode qui est efficace pour l'alimentation optimal en courant continu du circuit d'inducteur.

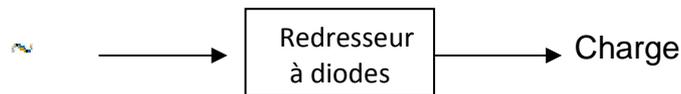


fig.9 : Schéma bloc du montage avec diodes

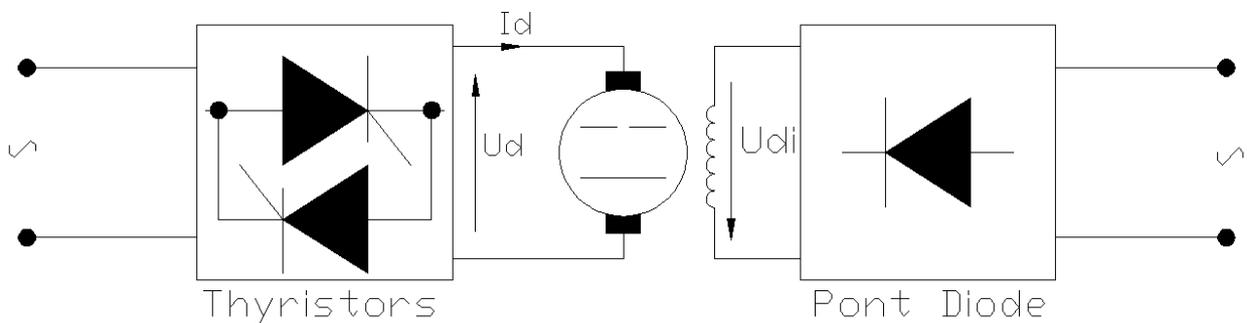


fig.10 : Schéma de l'ensemble mcc, redresseur tous thyristors, pont de diodes

Cette solution, simple et économique, est utilisable lorsqu'on accepte un temps mort d'inversion du couple supérieur à 0.5 seconde dû à la constante de temps de l'induit qui ne peut effectuer une inversion rapide.

TROISIEME PARTIE

ELECTRONIQUE POUR LA GESTION DE L'OUVERTURE ET LA FERMETURE DU PORTAIL

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

I. Fonctionnement du système électronique :

La commande du système s'effectue au niveau des gâchettes du pont bidirectionnel à thyristors, commandé par laser, afin d'avoir une sens de rotation réversible du moteur à courant continu.

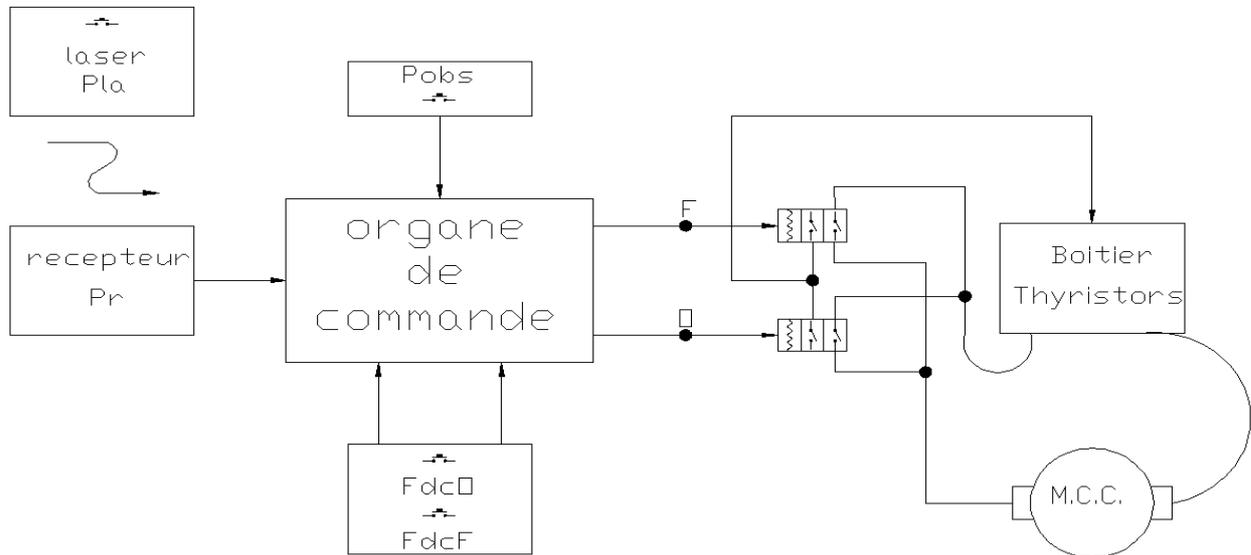


fig.11 : Schéma bloc de l'ensemble

Le principe de fonctionnement de ce schéma bloc est expliqué au paragraphe (III.2.) dans cette même partie.

II. Traitement du rayon laser :

II.1. Le rayon laser :

Le laser est un dispositif qui amplifie la lumière et la rassemble en un étroit faisceau, dit cohérent, où ondes et photons associés se propagent en phase, au lieu d'être arbitrairement distribués. Cette propriété rend la lumière laser extrêmement directionnelle et d'une grande pureté spectrale.

Le mot « laser » est l'acronyme de l'anglais « Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation » (ou « amplification de la lumière par émission stimulée de radiations »). D'abord cantonnés à la lumière visible, les lasers couvrent aujourd'hui

toute la gamme des rayonnements électromagnétiques, des rayons X et ultraviolets aux ondes infrarouges et micrométriques.

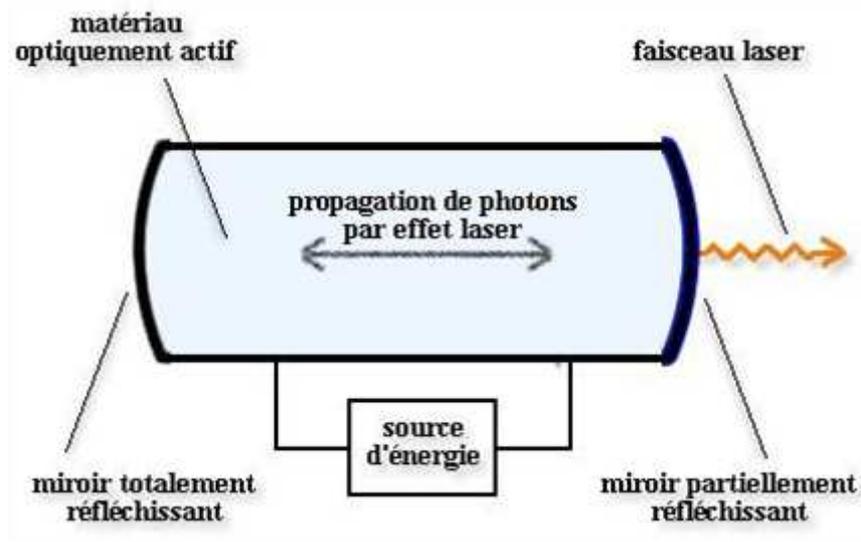


fig.12 : Schéma de principe d'un laser

II.2. Principe de fonctionnement :

Le principe du laser consiste à exciter les électrons d'un milieu, puis à y déclencher l'émission de photons en cascade sous forme de rayon.

Pour ce faire, le dispositif du laser consiste en un réservoir d'électrons (milieu fertile qui peut être solide, liquide ou gazeux) appelé milieu actif, associé à une source excitante qui élève les électrons à des niveaux d'énergie supérieurs. Cette excitation du milieu actif est appelée « pompage ».

Dans une seconde phase, de la lumière est injectée dans le milieu, provoquant des collisions entre électrons excités et photons. Lors de ces collisions, les électrons excités retournent à leur niveau d'énergie initial en émettant de nouveaux photons. Ce processus d'émission stimulée, d'origine quantique, produit l'amplification de la lumière. Deux miroirs situés aux extrémités du laser se réfléchissent les photons émis, la lumière se densifiant à chaque parcours. L'un des deux miroirs est semi-réfléchissant, ce qui permet à une fraction de la lumière d'être relâchée à chaque aller-retour.

La lumière laser doit sa cohérence au fait que les photons du milieu naissent sur le passage d'autres photons qui sont en phase avec eux dans leur déplacement. De plus, les photons obtenus par émission stimulée ont la même énergie et la même direction que les photons incidents, ce qui explique la pureté et la directivité du faisceau (les photons qui ne se déplacent pas dans l'axe des miroirs vont se perdre dans les parois opaques).

Dans le cas de lasers impulsionnels, il n'y a pas de miroir semi-réfléchissant : le laser est équipé d'un obturateur qui libère le faisceau lorsque l'on commande le tir. Entre deux impulsions, il faut un certain temps pour que le milieu actif soit convenablement pompé.

II.3. Le circuit émetteur :

Un émetteur d'encombrement réduit, alimenté par pile, émet un rayon laser si on sollicite le bouton poussoir de commande. Le faisceau lumineux reste très concentré et le diamètre de la tâche circulaire observée à dix (10) mètres reste nettement inférieur au centimètre.

La source d'énergie nécessaire pour l'alimentation du montage est fournie par trois (3) piles au lithium de 1.5 [V] chacune, pour constituer une alimentation de 4.5 [V] que l'appui sur le bouton poussoir met en service. Etant donné la faible consommation du montage, l'autonomie est très grande : des milliers de sollicitations.

II.4. Le circuit récepteur :

Le récepteur, peut être situé assez loin de l'émetteur (jusqu'à plusieurs dizaines de mètres), comporte une cellule photorésistante et une amplification.

L'énergie nécessaire au fonctionnement du récepteur est prélevée du secteur de distribution 220 [V] par l'intermédiaire d'un transformateur qui délivre au niveau de son enroulement secondaire un potentiel alternatif de 12 [V]. Un pont de diodes

redresse les deux alternances, tandis que la capacité 2200 [µf] effectue un filtrage. Sur la sortie d'un régulateur 7805, on recueille un potentiel continu, stabilisé à 5 [V]. Cette valeur est imposée par la présence des circuits intégrés 74LS02.

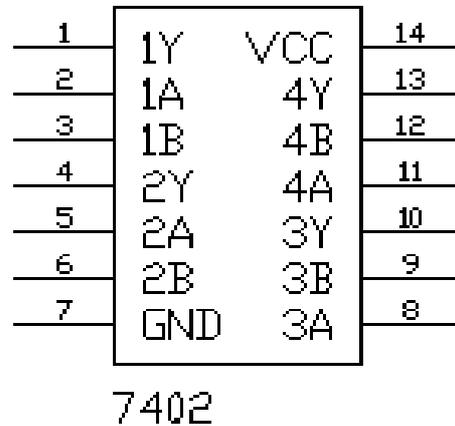


fig. 13 : Brochage du circuit intégré 74LS02

Légende :

ij(i=1 - 4 ; j=Y,A,B) : Portes NOR (nombre = 4)

A, B : Entrées

Y : Sortie

VCC : Alimentation + 5 [V]

GND : Masse 0 [V]

II.5. Réception des signaux :

Le faisceau laser vient frapper la surface active d'une photorésistance qui réagit à la lumière visible en présentant une résistance ohmique d'autant plus faible que l'intensité lumineuse incidente est importante.

Le circuit intégré 74LS02 possède deux bascules servant à l'ouverture et à la fermeture du portail. En situation de veille, l'entrée Reset de l'un des bascules présente un état haut dû à l'activation de FdcO ou de FdcF. Dès qu'il y a activation (impulsion d'un état haut) du Set des bascules par l'intermédiaire de la photorésistance frappé par laser, seul la sortie de celui qui a un Reset à l'état bas change d'état et devient un état haut permanent jusqu'à ce que le portail coulissant atteigne l'autre fin de course (mis à l'état haut du Reset de ce dernier) et remet le système en état de veille.

III. Les logiques de commutation :

Prenons, arbitrairement, comme condition initial : Portail fermé.

III.1. Chronogramme :

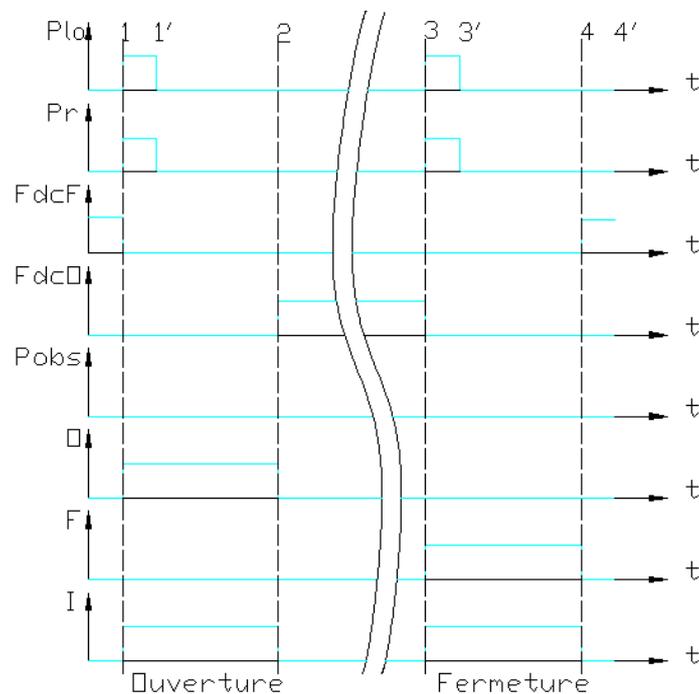


fig.14 : Chronogramme de commande

III.2. Fonctionnement :

Lors de la première moitié du chronogramme (ouverture) :

- Au point 1 :

Appui sur le bouton poussoir (B.P.) Pla de l'émetteur laser

→ Réception de la consigne par Pr

→ Activation de la commande d'ouverture et alimentation du circuit d'induit de la machine à courant continu.

→ Ouverture du portail

→ Ouverture du B.P. fin de course fermeture (FdcF)

- Au point 2 :

Portail complètement ouvert.

→ Fermeture du B.P. fin de course ouverture (FdcO)

→ Désactivation de la consigne d'ouverture et arrêt de l'alimentation du circuit d'induit de la machine à courant continu.

À la seconde moitié du chronogramme (fermeture) :

- Au point 3 :

Appui sur le B.P. Pla de l'émetteur laser

→ Réception de la consigne par Pr

→ Activation de la commande de fermeture et alimentation du circuit d'induit de la machine à courant continu

→ Fermeture du portail

→ Ouverture du B.P. fin de course ouverture (FdcO)

- Au point 4 :

Portail complètement fermé.

→ Fermeture du B.P. fin de course fermeture (FdcF)

→ Désactivation de la consigne de fermeture et arrêt de l'alimentation du circuit d'induit de la machine à courant continu.

Remarque :

- S'il y a *obstacle* lors de la fermeture (entre les points 3' et 4) :
 - Appui (impulsion) sur Pobs
 - Désactivation de la consigne de fermeture et arrêt de l'alimentation du circuit d'induit de la machine à courant continu.
 - Retour à la condition initial (du chronogramme) et attente de la consigne d'ouverture (le portail étant ni fermé ni ouvert).
- La consigne d'ouverture (de fermeture) est une tension continue, commandant l'allumage (l'arrêt) des thyristors, au niveau de sa gâchette. Sa valeur ne sera déterminée que lors des réalisations, ceci est due à l'existence de pertes mécaniques éventuelles. Cette consigne agit sur l'angle de retard d'allumage « α ».

Voici la table de vérité correspondante :

Au point	Pla ou Pr	FdcO	FdcF	Pobs	F	O
0	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1
1'	0	0	0	0	0	1
2	0	1	0	0	0	0
3	1	1	0	0	1	0
3'	0	0	0	0	1	0
entre 3'- 4	0	0	0	1(obstacle)	0	0
4	0	0	1	0	0	0

tableau 2 : Table de vérité

Où :

- Pla, Pr, FdcO, FdcF et Pobs : les variables d'entrée.
- F et O : les variables de sortie.

La table de vérité nous montre qu'on peut utiliser deux bascules RS-H avec Pr comme « Set » (S), et, FdcO et FdcF les « Reset » (R) car lorsque $R = S = 1$: il n'y a aucun changement d'état des variables de sortie F et O. Notre choix se portera sur l'utilisation des portes NOR.

QUATRIEME PARTIE

REALISATIONS

I. Consignes de sécurité :

Un ouvre portail automatisé doit répondre aux critères de sécurité défini par la norme NF P 25-362. Elle oblige à protéger l'obstacle et/ou la partie opérative en cas d'obstruction en assurant la protection anti écrasement. Dans le cas le plus défavorable, au moment du pincement, un obstacle est supposé se trouver entre les points M et R. La norme impose que l'effort exercé par le vantail sur l'obstacle ne doit pas excéder 150 N dans la zone de pincement. Si cette valeur est atteinte, l'ouvre portail s'arrête de fonctionner par l'intermédiaire d'un accouplement de sécurité au niveau du moteur à courant continu.

Cependant, on peut encore améliorer la sécurité imposée par la norme. Pour cela, on installe un capteur d'obstacle directement sur le portail au point M. Ce capteur, appelé couramment « tranche de sécurité », détecte la présence de l'obstacle, lors de la fermeture, par contact et stoppe l'ouvre portail avant que l'effort de pincement atteigne la valeur défini par la norme.

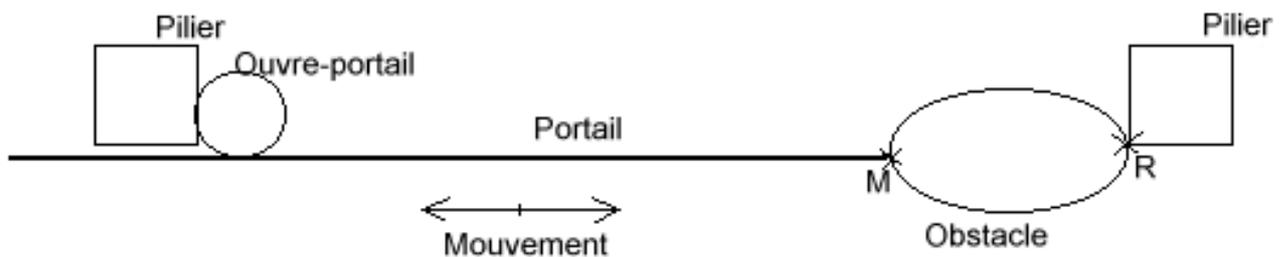


fig.15 : Sécurité du portail

Pour minimiser ce risque, Il appartient à l'installateur de vérifier les conditions de sécurité ci-dessous:

- L'installation doit se trouver suffisamment loin de la route pour ne pas constituer de risque pour la circulation.
- Le moteur doit être installé à l'intérieur de la propriété et le portail ne doit pas s'ouvrir sur le domaine public.
- Le portail automatisé est affecté principalement au passage de véhicules. Si possible, prévoir une entrée séparée pour les piétons.
- Les organes de commande doivent être placés de façon qu'ils soient bien en vue et hors du rayon d'action du portail. En outre, ceux placés à l'extérieur doivent être protégés contre les actes de vandalisme.
- Il est conseillé de signaler l'automatisation du portail par des panneaux de signalisation placés bien en vue. Dans l'hypothèse où l'automatisme serait affecté

exclusivement au passage de véhicules, il faudra prévoir deux panneaux d'interdiction de passage aux piétons (l'un à l'intérieur et l'autre à l'extérieur).

- Faire prendre conscience à l'utilisateur du fait que les enfants et les animaux domestiques ne doivent pas jouer ou stationner à proximité du portail. Si nécessaire, l'indiquer sur le panneau.

- Pour garantir la sécurité électrique, il est impératif de brancher l'appareil à la prise de terre.

·
Durant la manœuvre, contrôler le mouvement et actionner, en cas de danger, le dispositif d'arrêt d'urgence (STOP). Normalement il est conseillé d'attendre que le portail soit complètement ouvert avant de le franchir.

En cas de coupure de courant, le portail peut être déverrouillé manuellement.

Contrôler régulièrement le degré d'usure des pivots et graisser éventuellement les parties mobiles (pivots, crémaillères, etc. ...). Utiliser un lubrifiant qui garantit au fil des années le maintien des caractéristiques de friction.

En cas de panne ou de mauvais fonctionnement, mettre l'appareil immédiatement hors tension.

L'automatisme est adapté à une activation continue.

II. Réalisations électronique :

La réalisation est inspirée à partir des caractéristiques de la seconde et de la troisième partie de notre étude.

II.1. Conception des organes de commande :

- Circuit émetteur :

L'avancée technologique a permis à l'homme de maîtriser les rayons laser. D'où l'existence d'émetteurs laser à bon marché partout.

Afin de faciliter la réalisation, procurons-nous de l'un de ces émetteurs laser.



photo 5 : Emetteur laser

- Circuit récepteur :

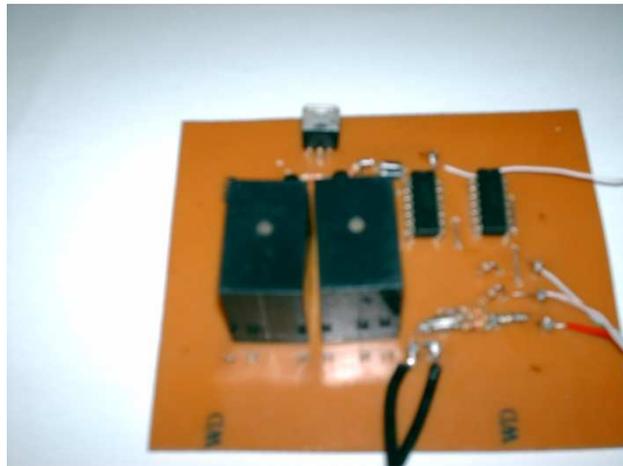


photo 6 : Circuit récepteur et électronique de commande

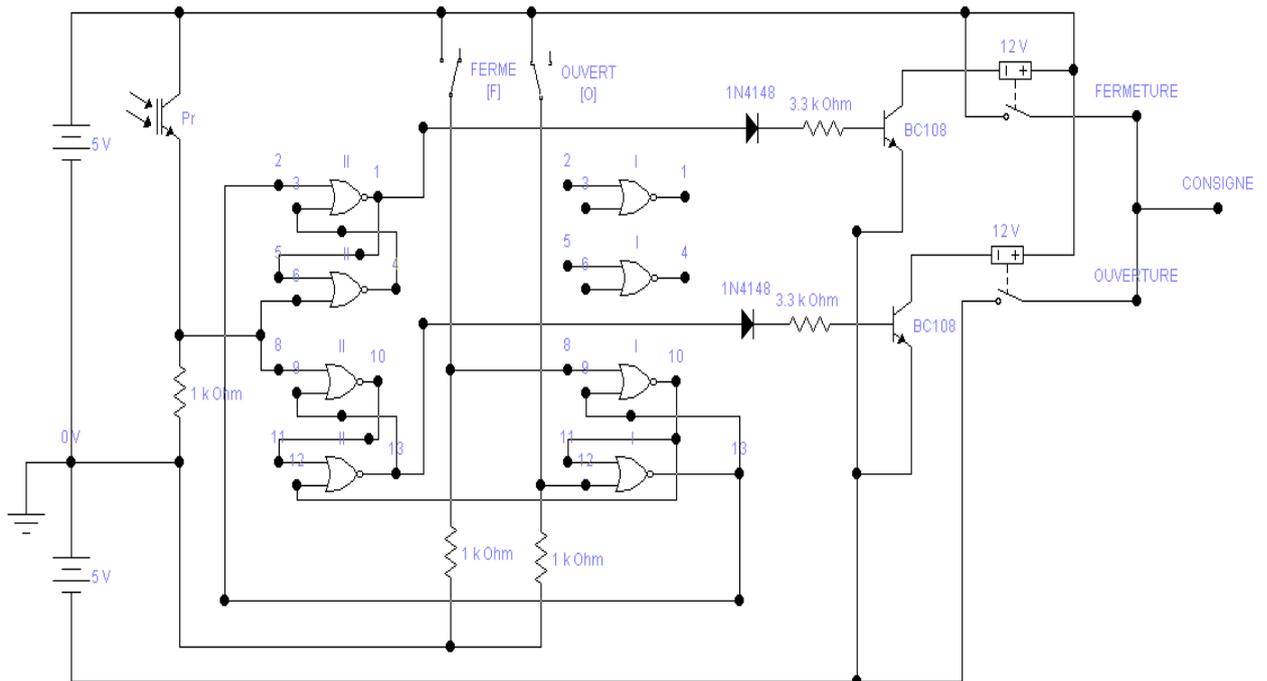


fig 16 : Circuit de commutation

Le logiciel « Electronics Workbench » nous a permis de réaliser la simulation sur ordinateur. Nous avons utilisé des circuits intégrés TTL et non pas des CMOS dû à l'existence des gâchettes et des relais qui peuvent influencer sur le bon fonctionnement d'un circuit CMOS.

Les résultats obtenus sont satisfaisantes car on a pu avoir des tensions positives pour la consigne d'ouverture et des tensions négatives pour la consigne de fermeture. Ces valeurs peuvent varier grâce à une résistance variable qu'on installera afin d'avoir des valeurs compatibles à l'angle de retard d'allumage.

II.2. Utilisation du convertisseur bidirectionnel :

Le résultat obtenu, lors d'un essai à partir d'une résistance pure, vu sur un oscilloscope, montre la réversibilité du sens de courant.

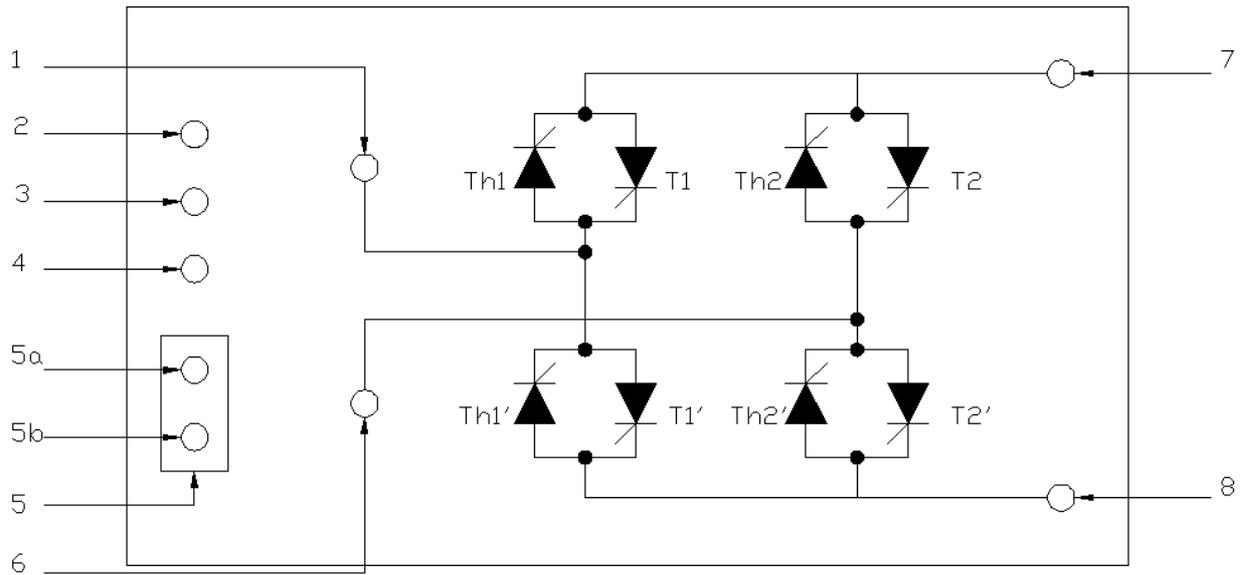


fig.17 : Façade avant du boîtier convertisseur à thyristors

Légende :

1 ; 6 : tension d'alimentation de l'inducteur en courant alternatif : 30 [V]

2 : tension continu : +15 [V]

3 : masse

4 : tension continu : -15 [V]

5 : tension du réseau de synchronisation : 220 [V]

5a : phase

5b : neutre

7 ; 8 : bornes de la charge.

III. Réalisations mécanique :

A partir de dimensions mécaniques traitées dans la première partie, nous pouvons donner ci-après les différents schémas correspondant.

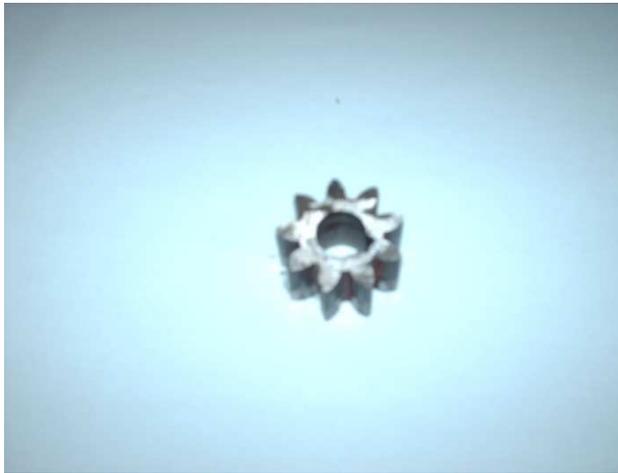


photo 7 : Pignon



photo 8 : Crémaillère



photo 9 : Guide



photo 10 : Galet et rail



photo 11 : portail



photo 12 : portail fermé



photo 13 : portail ouvert

IV. Résultats :

Ces résultats sont pris entre les bornes 7 et 8 du convertisseur bidirectionnel à l'aide d'un oscilloscope lors d'un essai en charge du moteur à courant continu.



photo 14 : allure de $U_d > 0$



photo 15 : allure de $U_d < 0$

Les réglages de l'oscilloscope sont :

- calibre de l'axe des abscisses : $5 \text{ [ms.div}^{-1}\text{]}$
- calibre de l'axe des ordonnées $50 \text{ [V.div}^{-1}\text{]}$

Ces allures indiquent bien la réversibilité du courant continu à la sortie du convertisseur bidirectionnel à thyristors. Les allures de la tension U_d diffèrent du paragraphe II.2 car la puissance réactive du mcc augmente. L'augmentation de l'angle de retard d'allumage « α » permet au convertisseur d'absorber cette puissance réactive.

- La valeur de l'angle de retard d'allumage relevée est : $\alpha \approx 90^\circ$
- Les tensions de consigne relevées sont :
 - consigne d'ouverture : $+ 5 \text{ [V]}$
 - consigne de fermeture : $- 5 \text{ [V]}$
- La tension aux bornes de l'inducteur du moteur à courant continu est : $+ 96 \text{ [V]}$
- Et la tension aux bornes de l'induit est : $+ 50 \text{ [V]}$.

Ces résultats montrent que notre système est bel et bien opérationnel.

CONCLUSION

L'étude nous a permis de comprendre l'utilité des cours théoriques lors du cursus universitaire en ralliant la théorie avec la vie quotidienne pratique.

Cependant, des approximations sont nécessaires lors des réalisations contrairement aux études théoriques où l'on peut avoir le cas idéal.

Dans ce mémoire, pour réaliser un « Prototype Modulaire » de portail semi-automatique, nous avons mis en évidence l'importance des différentes parties, à savoir :

- la partie mécanique,
- l'électronique de puissance, et
- l'électronique de commutation qui gère le bon fonctionnement du système.

Il est encore possible d'améliorer le système selon les contraintes imposées par l'utilisateur.

ANNEXES

I. Mécanique :

I.1. Quelques définitions sur l'ensemble pignon crémaillère:

. **Cylindre primitif de fonctionnement** d'une roue d'engrenage : c'est le cylindre décrit par l'axe instantané du mouvement relatif de la roue conjuguée par rapport à la roue considérée. La section droite du cylindre primitif donne le cercle primitif de diamètre d .

. **Cylindre de tête** : Cylindre passant par le sommet des dents.

. **Cylindre de pied** : Cylindre tangent au fond des entre dents. Ces cylindres définissent le diamètre primitif (d), le diamètre de tête (d_a), le diamètre de pied (d_f).

. **Largeur de denture (b)** : Largeur de la partie dentée d'une roue, mesurée suivant une génératrice du cylindre primitif.

. **Flancs** : Portions de la surface d'une dent comprises entre la surface de tête et la surface de pieds.

. **Ligne de flanc** : Intersection d'un flanc avec la surface primitive de référence.

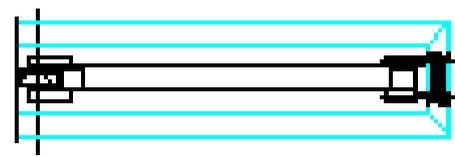
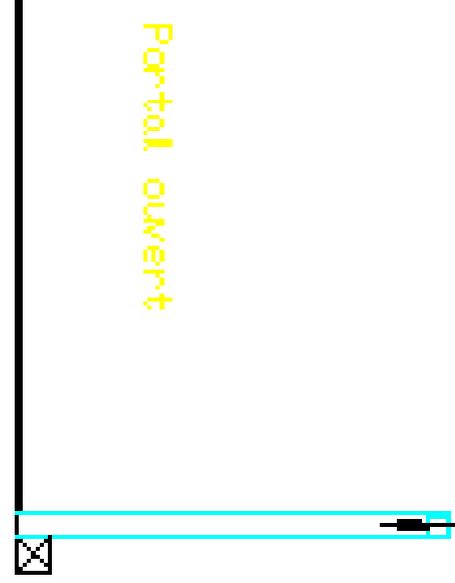
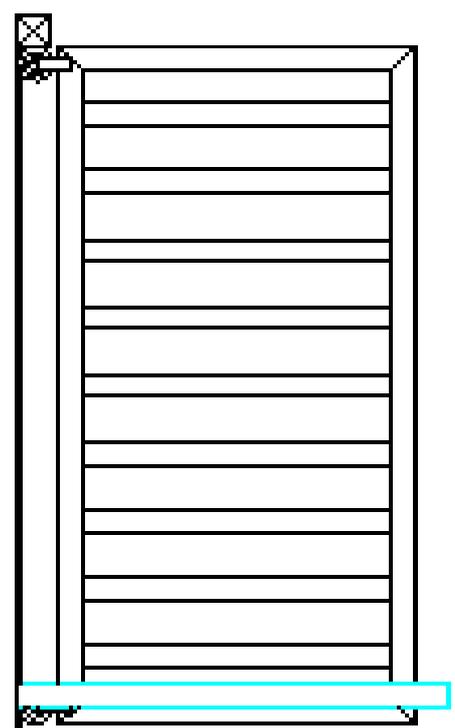
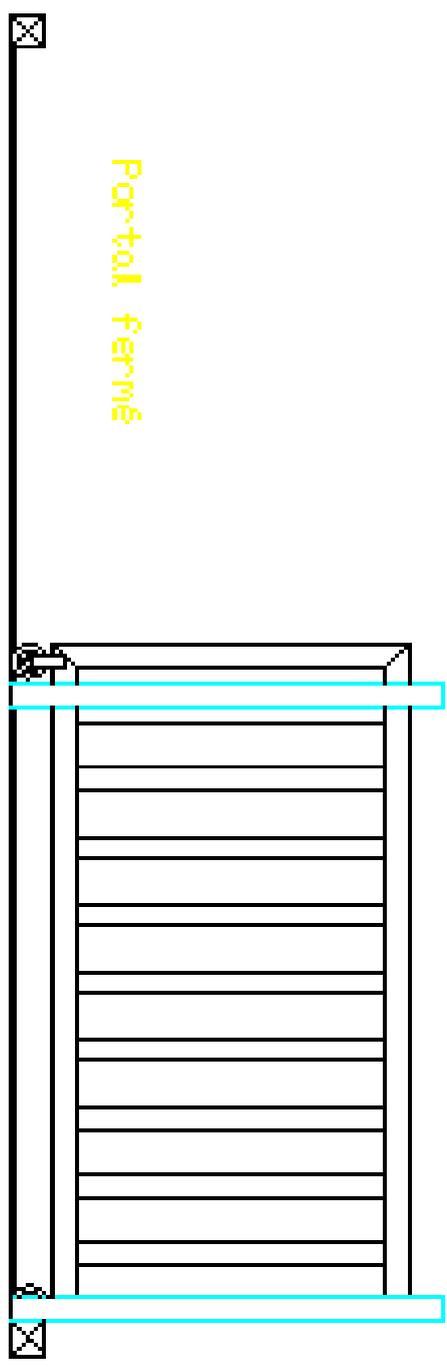
. **Profil** : Section d'un flanc par une surface donnée définie par rapport à la surface primitive de référence.

. **Développante de cercle** : Définie par la trajectoire d'un point situé sur une droite qui roule sans glisser sur un cercle.

. **Pas (p)** : Longueur d'un arc du cercle primitif compris entre deux profils homologues consécutifs. Il est égal au produit du module par le nombre Π .

. **Cercle de base** : Cercle dont la développante fournit le profil ; tangent à la droite d'action.

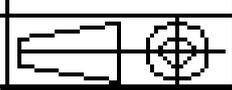
. **Ligne d'action** : Droite sur laquelle se déplace le point de contact des dents ; déterminée par l'angle de pression de 20° . Cette droite est constamment normale au profil et porte la force de contact. Aussi la transmission est à couple constant, ce qui est une caractéristique des engrenages à développante.



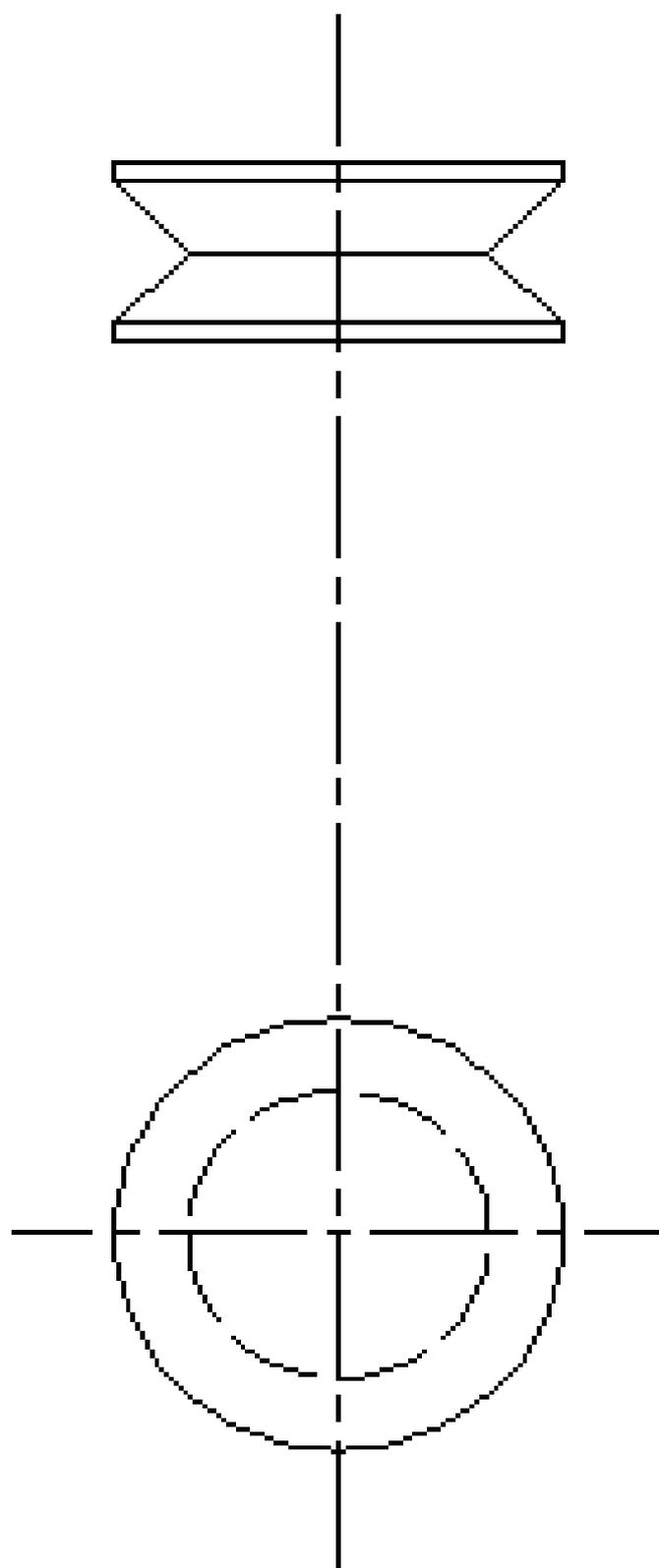
PORTAIL

Tsiory

ESPA



P.01



GALET

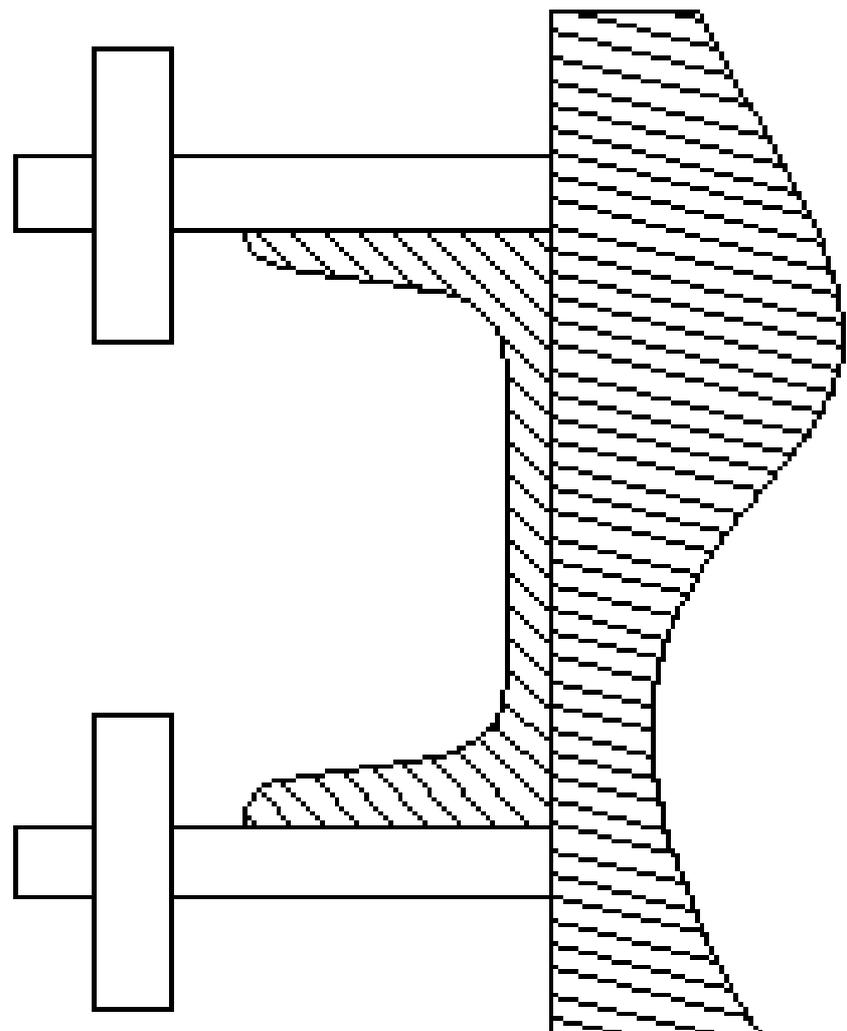
ECHELLE:1:1

ESPA

Telery



P.02

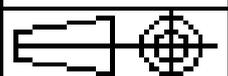


GUIDE

ECHELLE:1:1

ESPA

Telory



P.03

II. Electronique :

II.1. Logique combinatoire :

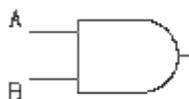
Les variables d'entrée sont celles sur lesquelles on peut agir directement. Ce sont des variables logiques indépendantes et les variables de sortie sont celles contenant l'état de la fonction après l'évaluation des opérations logiques sur les variables d'entrée.

Posons : A et B les entrées ;

S la sortie

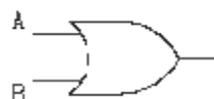
- ET : $S = A \cdot B$

A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



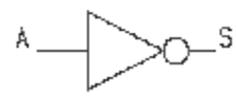
- OU : $S = A + B$

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



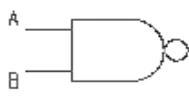
- NON : $S = \bar{A}$

A	S
0	1
1	0



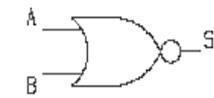
- NAND : $S = \overline{A \cdot B}$

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



- NOR : $S = \overline{A + B}$

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



- XOR : $S = A \oplus B$
 $= \bar{A}B + A\bar{B}$.

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



- XNOR : $S = \overline{A \oplus B} = AB + \overline{A}\overline{B}$

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



II.2. Algèbre de Boole :

Elle consiste à aider la simplification des fonctions en effectuant des mises en facteur ou autres manipulations pour les rendre le plus simple possible. Ce qui permet de réduire les erreurs mais surtout de diminuer le nombre de composants électronique afin d'augmenter la fiabilité et de réduire les coûts liés à la fabrication.

On a donc les propriétés suivantes :

- $A + 0 = A$
- $A + 1 = 1$
- $A + A = A$
- $A + \overline{A} = 1$
- $A \cdot 0 = 0$
- $A \cdot 1 = A$
- $A \cdot A = A$
- $A \cdot \overline{A} = 0$
- $A = \overline{\overline{A}}$

- Dans une expression sans parenthèses, on effectue d'abord les opérations « ET » et, par la suite, les « OU ».

- Deux fonctions sont équivalentes si on peut leur faire correspondre la même table de vérité.
- Deux fonctions sont dites complémentaires si l'une est l'inverse de l'autre pour toutes les combinaisons d'entrées possibles.
- Deux expressions se correspondent par dualité si l'on obtient l'une en changeant dans l'autre, les « ET » par des « OU », les « OU » par des « ET », les « 1 » par des « 0 » et les « 0 » par des « 1 ».

- Associativité :

$$A + B + C = (A + B) + C = A + (B + C)$$

$$A \cdot B \cdot C = (A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$$

- Commutativité :

$$A + B = B + A$$

$$A \cdot B = B \cdot A$$

- Distributivité :

$$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C = AB + AC$$

- Théorème de Morgan :

$$\text{Première Forme : } \overline{A + B + C + \dots} = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \dots$$

$$\text{Deuxième Forme : } \overline{A \cdot B \cdot C \cdot \dots} = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \dots$$

III.3. Systemes séquentiels :

Dans la logique combinatoire, les sorties des systèmes peuvent être exprimées en fonction des entrées. Dans les systèmes séquentiels, les sorties dépendent de l'état du système. L'état d'un système évolue en fonction des séquences reçues à son entrée, de son état présent et de son état initial. Pour une même combinaison d'entrées, il est possible d'avoir plusieurs états du système et plusieurs combinaisons de sorties. La distinction entre les états s'effectue au moyen de variables internes, dites variables d'état.

Quelques définitions :

On appelle système synchrone, un système séquentiel dont l'évolution est contrôlée. Il existe deux types de synchronisation :

- Le mode pulsé où la synchronisation est effectuée par les entrées elles-mêmes sur lesquelles apparaissent des impulsions de courts durées.
- La synchronisation par un signal d'horloge : dans ce cas, les entrées principales sont des niveaux, l'évolution du système sera conditionnée par l'apparition d'un signal d'impulsion, dit signal d'horloge pour élaborer l'état suivant.

Un système qui n'est pas synchrone est dit asynchrone. L'évolution n'est contrôlée par aucune entrée, celui-ci évolue jusqu'à un état dit stable.

Si un système séquentiel revient à son état initial après un certain nombre de changement d'état à l'entrée, on dit que c'est un système cyclique.

III.4. Bascule asynchrone :

C'est un système qui comporte 2 entrées R et S et 2 sorties Q et Q' définie par :

- Les 2 entrées R et S ne changent pas simultanément d'état
- Les 2 sorties Q et Q' sont complémentaires c'est-à-dire $\bar{Q} = Q$
- $S = 1, R = 0 \implies Q = 1$. L'entrée S est appelée la mise à 1 ou Set
- $S = 0, R = 1 \implies Q = 0$. L'entrée R est appelée entrée de remise à zéro ou Reset
- $S = 0, R = 0 \implies$ Le système conserve la fonction mémoire
- $S = 1, R = 1 \implies$ les sorties ont des états indéterminés.



- Equations caractéristiques :

Soit Q_t l'état présent de la sortie Q ou état présent de la bascule et Q_{t+1} l'état suivant (future).

R	S	Q_t	Q_{t+1}
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	v
1	1	1	v

Cas : $v = 0$: bascule RS à R prioritaire

$$Q_{t+1} = \bar{R}S + \bar{R}Q_t = \bar{R}(S + Q_t)$$

Cas : $v=1$: bascule RS à S prioritaire

$$Q_{t+1} = S + \bar{R}Q_t$$

- Logigramme

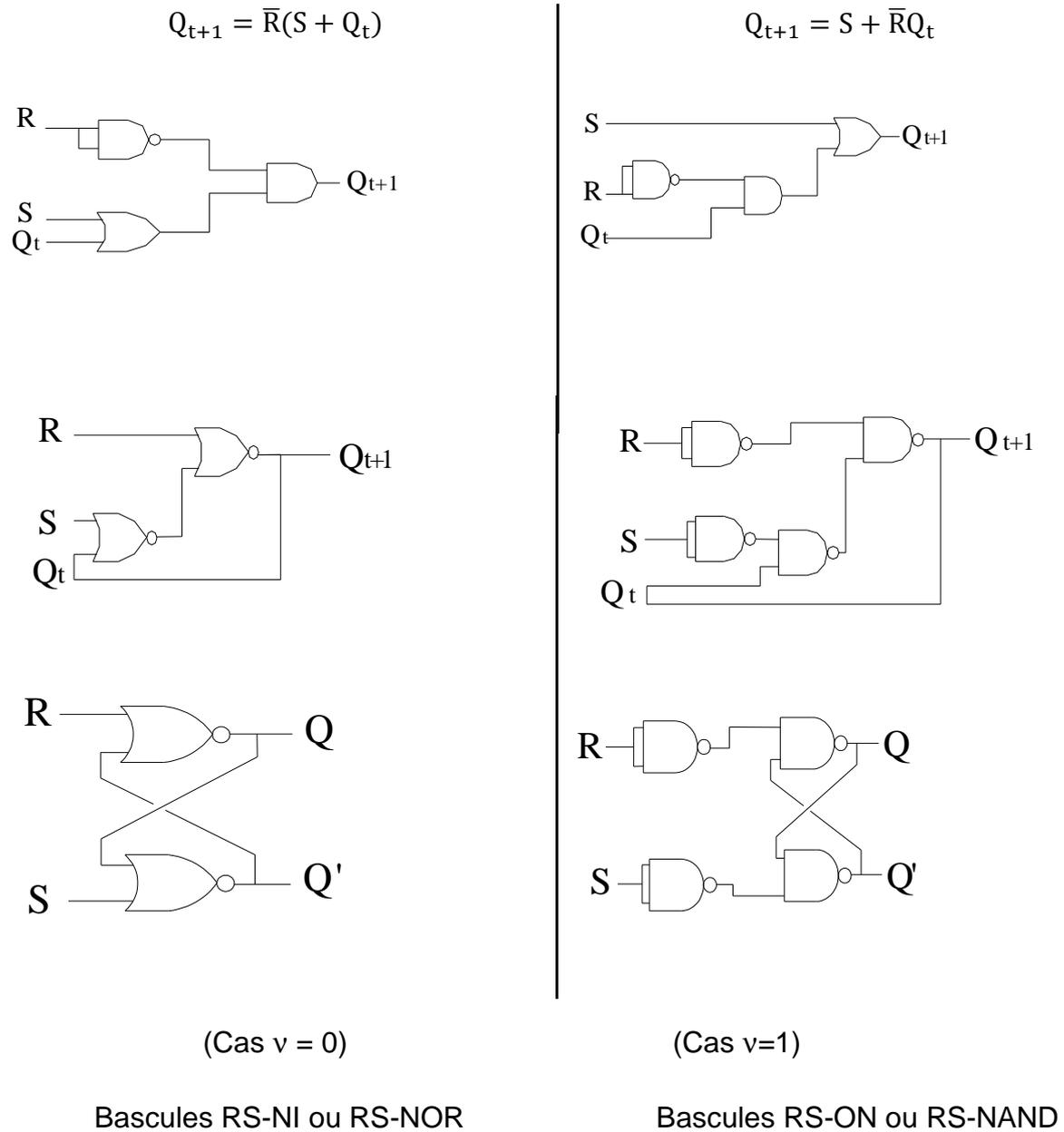


fig. III.III.1 : Bascules asynchrones

Les états de sorties varient directement avec les états des entrées, c'est l'inconvénient majeur de la bascule asynchrone. Pour avoir des états de sorties en ordre commandé, il faut utiliser les bascules synchrone.

III.5. Bascule synchrone :

- Front montant – Front descendant – Niveaux :

Soit un signal rectangulaire. On appelle, front montant ou front positif de ce signal, le passage de l'état bas (low) à l'état haut (high).

On appelle front descendant, le passage inverse. Et le niveau c'est dans la partie où le signal donne une ligne horizontale (niveau haut ou niveau bas).

- Horloge :

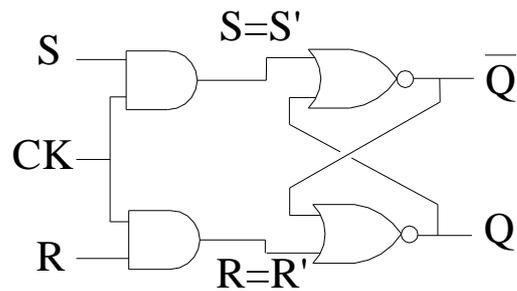
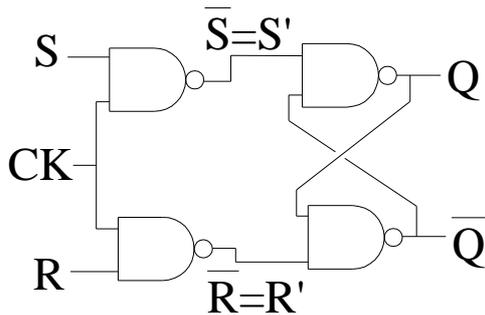
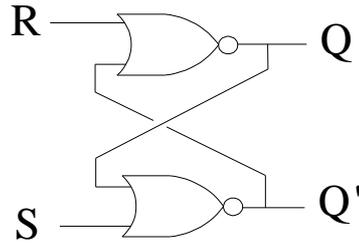
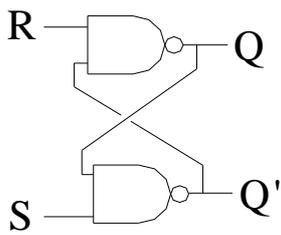
Un signal d'horloge noté CK ou \overline{CK} est un variable logique qui joue le rôle de référence pour la bascule. Ce signal peut être périodique ou non périodique.

La synchronisation de la bascule peut se faire :

- Soit par un signal impulsionnel d'horloge,
- Soit par un front du signal d'horloge : mode positive edge-triggered (front montant) ou mode négative edge-triggered (front descendant).

Lorsque CK = 0 (l'horloge est inactive), les entrées effectives des bascules ont une valeur correspondant à leur état mémoire.

- Logigramme :



Bascule RS-NAND

Bascule RS-NOR

fig. III.III.3 : Bascules synchrone RS-H

- Table de vérité :

Bascule RS-NAND

S	R	CK	S'	R'	Q_{t+1}	\overline{Q}_{t+1}
0	0	0	1	1	Q_t	\overline{Q}_t
0	0	1	1	1	Q_t	\overline{Q}_t
0	1	0	1	1	Q_t	\overline{Q}_t
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	Q_t	\overline{Q}_t
1	0	1	0	1	1	0
1	1	0	1	1	Q_t	\overline{Q}_t
1	1	1	0	0	\emptyset	\emptyset

Bascule RS-NOR

S	R	CK	S'	R'	Q_{t+1}	\overline{Q}_{t+1}
0	0	0	0	0	Q_t	\overline{Q}_t
0	0	1	0	0	Q_t	\overline{Q}_t
0	1	0	0	0	Q_t	\overline{Q}_t
0	1	1	0	1	0	1
0	0	0	0	0	Q_t	\overline{Q}_t
1	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	0	Q_t	\overline{Q}_t
1	1	1	1	1	\emptyset	\emptyset

Les bascules RS-H même synchrones présentent toujours en Q et \overline{Q}_t des états identiques lorsque R = S = 1.

- Différents types :

- Bascule JK-FF : On utilise des couplages à contre-réaction et en croix entre les sorties et la porte de commande afin que Q et \overline{Q}_t n'aient pas des états identiques lorsque R = S = 1.

$$Q_{t+1} = J\overline{Q}_t + \overline{K}Q_t$$

- Bascule T-FF (Trigger Flip-Flop) : C'est un cas particulier de la bascule J.K, dont J = K = T.

$$Q_{t+1} = T \oplus Q_t$$

- Bascule D-FF (Delay Flip-Flop) : C'est une bascule RS ou JK qui vérifie l'équation : J = \overline{K} = D .

$$Q_{t+1} = D$$

Après avoir vu les logiques combinatoires, essayons de rallier ceci à notre système de commande.

Bibliographie

- [1] **A. CHEVALIER** « Guide du dessinateur industriel, éditions Hachette, 2004, 320 pages.
- [2] **E.BERNIER, P.CABANIS:** « The TTL Data Book for design Engineers », Texas Instruments Incorporated, Semiconductor Group.
- [3] **E.TOURET, H.LILEN :** « Répertoire mondial des circuits intégrés numériques », caractéristiques électroniques, boîtiers, brochages, fabricant, équivalences, éditions Radio, Paris, 1983, 236 pages.
- [4] **Guy SEGUIER :** « Les convertisseurs de L'électronique de puissance », volume 1 : la conversion alternatif-continu, édition Lavoisier Tec&Doc., 1992
- [5] **Harlin Samuel ANDRIATSIHOARANA :** « Cours Electronique de puissance » à l'E.S.P.A., 2006 - 2007
- [6] **Johnson RAVELOJAONA :** « Cours Eléments de transmission » à l'E.S.P.A., 2004 - 2005
- [7] **Olivier RASOLDIER** « Cours Eléments de machines » à l'E.S.P.A., 2004 - 2005
- [8] **Electronique pratique :** « La domotique par laser » numéro 200 Février 1996

Titre : **SYSTEME D'ENTRAINEMENT ELECTROMECHANIQUE SEMI-AUTOMATIQUE**

Auteur : Monsieur **RAJAONARIVO RAZAFINDRABE** Niaina Tsiorintsoa

(+261) 03 31 17 64 37

Rapporteur : Monsieur **ANDRIATSIHOARANA** Harlin Samuel

Résumé

L'objectif de cette étude est d'exploiter plusieurs spécialités étudiées pendant les 5 années de formation afin de réaliser un portail semi-automatique. Il s'agit de combiner :

- la fabrication mécanique en calculant et en réalisant le portail et son système d'entraînement mécanique,
- l'électronique de puissance en utilisant le convertisseur bidirectionnel à thyristors à disposition,
- l'électronique de commutation conçue pendant le mémoire,
- la commande par les rayons laser, conçu également pendant ce mémoire.

La mise au point finale termine le travail.

Abstract

The objective of this study is to exploit several specialties studied during the 5 years of training in order to carry out a semi-automatic gate. It is a question of combining:

- Mechanical manufacture while calculating and by carrying out the gate and its system of mechanical drive,
- Electronics of power by using the bidirectional thyristor converter at disposal,
- Electronics of commutation conceived during the report,
- Command by the laser beams, also designed during this memory.

The final adjustment completes the work.

Mots clés : convertisseur bidirectionnel à thyristors ; moteur à courant continu ; portail automatique ; rayons laser.

Nombre de pages : 48

Nombre de figures : 18

Nombre de photos : 15

Nombre de tableaux : 02

Nombre de diagrammes : 09