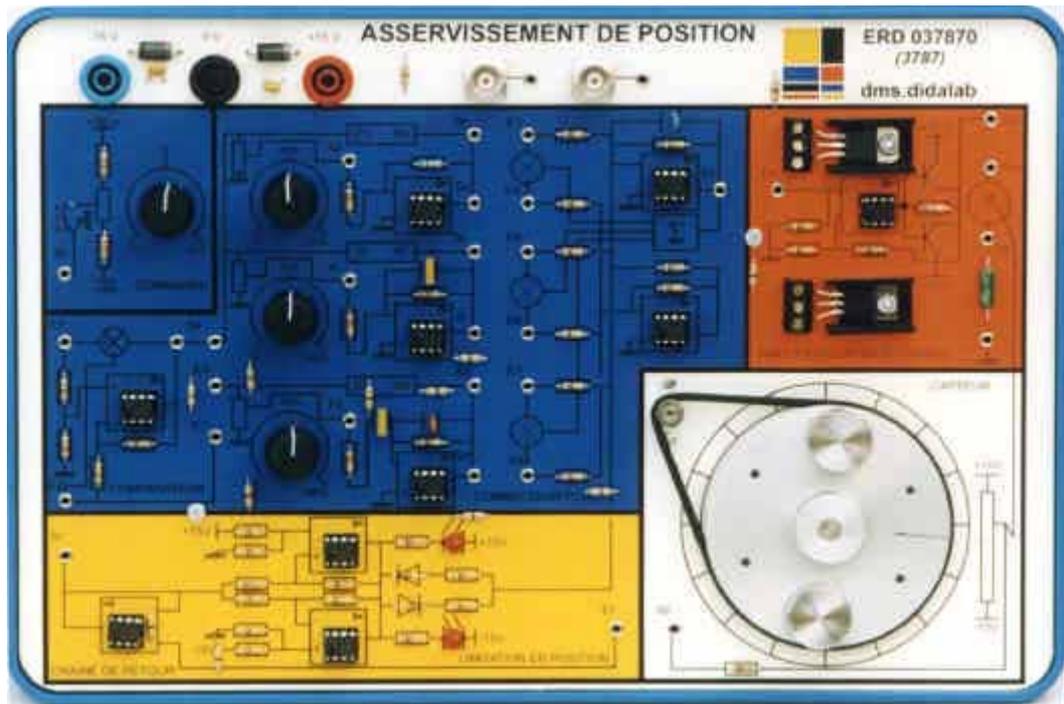


ERD037870

Asservissement de Position



TRAVAUX PRATIQUES



Date de révision: 20/05/08

Z.A. de la Clé St Pierre
5, rue du Groupe Manoukian
78990 ELANCOURT
Tél. : (33) 01 30 66 08 88
Fax : (33) 01 30 66 72 20

Réf. : ERD037870

CAHIER DES CHARGES

Asservissement de la position angulaire d'un disque. Mouvement du disque assuré par un moteur à courant continu. Liaison entre moteur et disque assurée par courroie. Position angulaire du disque repérée par index. Capteur de position : potentiomètre multitour. Possibilité de modifications de l'inertie entraînée, de la liaison mécanique "moteur-charge" et (ou) de la constante de temps électrique.

I. Commande continue de - 5 V à +5 V par potentiomètre.

II. Comparateur à amplificateur opérationnel.

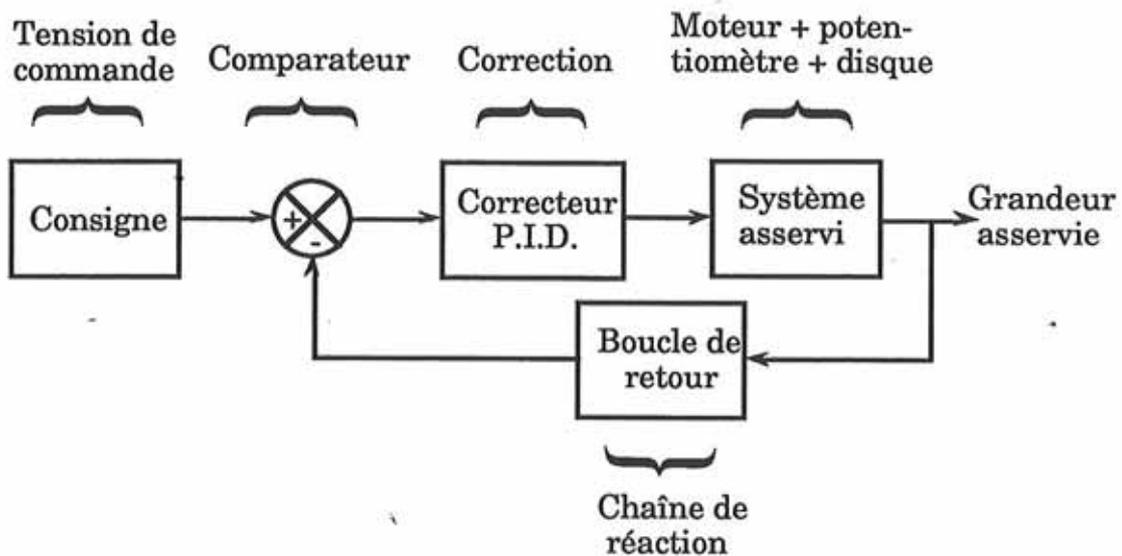
III. Corrections de type Proportionnel, Intégral, Dérivée avec possibilité de réglage et d'inversion du signe de la correction.

IV. Amplificateur de puissance.

V. Boucle de retour avec limitation en position.

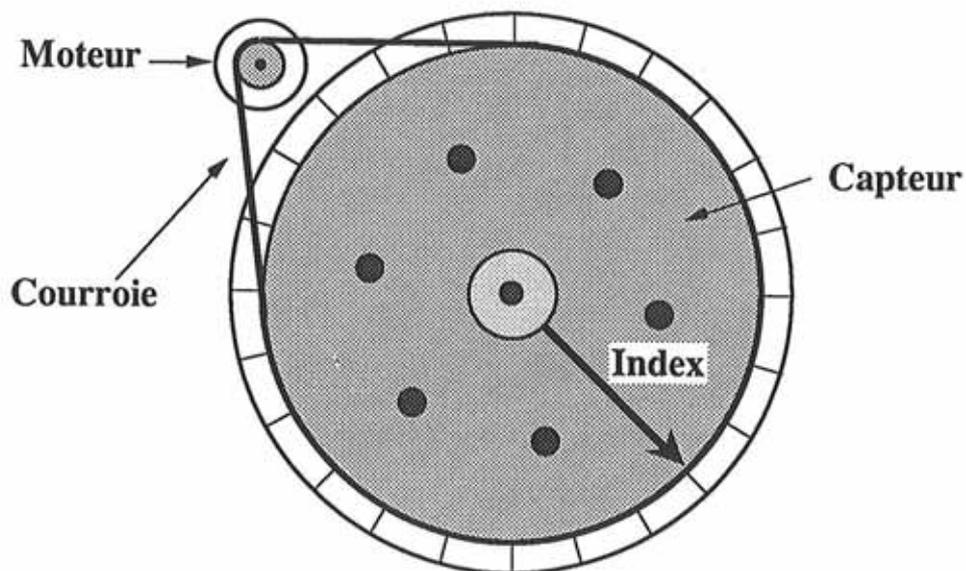
PRESENTATION DE LA MAQUETTE

Synoptique



I. SYSTEME A ASSERVIR

Schéma



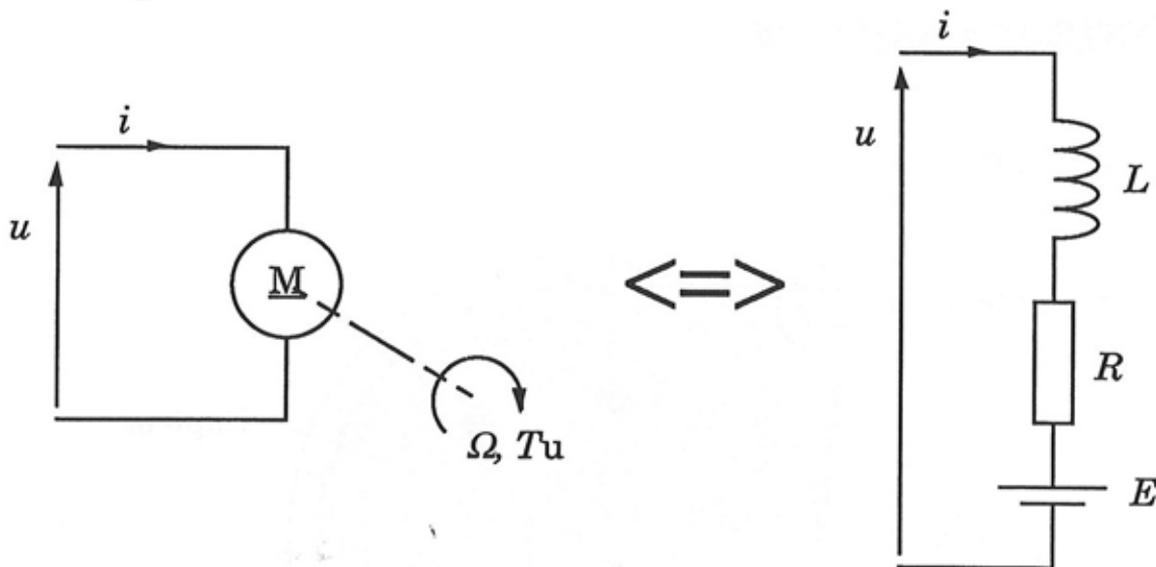
Vue de dessus

I.1 MOTEUR

• Les caractéristiques générales du moteurs

Tension d'alimentation :	12 V
Puissance utile maximum :	1 W
Couple de démarrage :	8 mN.m
Courant de démarrage :	0,5 A
Résistance :	24 Ω
Inductance :	32 mH
Constante de couple :	0,019 Nm/A
Constante de temps électrique :	1,35 ms
Constante de temps mécanique :	46 ms
Moment d'inertie :	9,5 g.cm ²

• Equations du moteur



En remplaçant le moteur par son schéma équivalent, nous obtenons les équations suivantes :

$$\left| \begin{array}{l} u = L \frac{di}{dt} + Ri + E \\ E = K\Omega \\ T_u = KI \end{array} \right.$$

et l'équation fondamentale de la dynamique :

$$\left| T_u - T_r = J \frac{d\Omega}{dt} \right.$$

La résolution de ce système d'équations différentielles donne :

$$\frac{LJ}{K^2} \frac{d^2(K\Omega)}{dt^2} + \frac{RJ}{K^2} \frac{d(K\Omega)}{dt} + K\Omega = u - L \frac{dT_r}{K dt} - R \frac{T_r}{K}$$

Les constantes de temps électrique et mécanique du moteur précédent sont :

$$\tau_{\text{mot}} = \frac{RJ}{K^2} \approx 46 \text{ ms}$$

et :

$$\tau_e = \frac{L}{R} \approx 1,35 \text{ ms}$$

Ces constantes de temps sont trop importantes pour une utilisation agréable de l'oscilloscope classique (scintillement en basse fréquence), aussi est-il nécessaire d'utiliser un oscilloscope à mémoire ou un système d'acquisition de données traitées par ordinateur (comme le logiciel MULTISCAN associé à une interface).

Remarque :

Lorsque le moteur entraîne une charge (c'est le cas pour cette maquette), il faut tenir compte de l'inertie de la charge entraînée et la ramener sur l'arbre du moteur. Dans le cas présent le moteur entraîne deux poulies, l'une directement liée à l'arbre du moteur et de moment d'inertie $J_p = 0,7 \text{ g.cm}^2$, l'autre reliée à la précédente par l'intermédiaire d'une courroie (voir calcul ci-après).

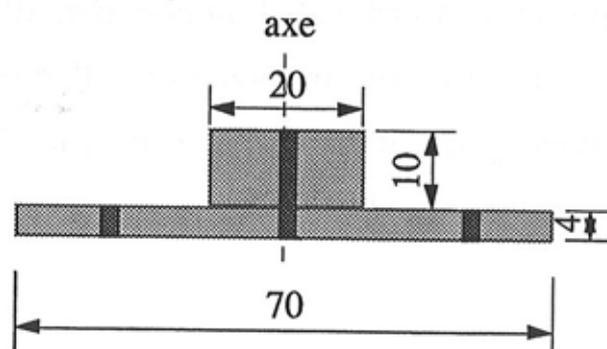
I.2 CAPTEUR ET DISQUE

• Capteur de position

Le capteur de position est un potentiomètre résistif linéaire 3 tours de résistance 10 k Ω dont l'inertie du rotor est négligeable devant l'inertie du disque entraînée par le moteur.

• Disque entraîné

Le disque entraîné est une poulie en aluminium ; il a les dimensions suivantes :



Ce qui donne un moment d'inertie $J_d = 300 \text{ g.cm}^2$

Remarque :

Dans le cas d'une liaison rigide par réducteur entre le moteur et le disque, le moment d'inertie J_{dm} du disque ramené sur l'arbre du moteur est donné par la relation :

$$J_{dm} = J_d \frac{\Omega_d^2}{\Omega^2}$$

Ω_d étant la vitesse angulaire du disque et Ω étant celle du moteur.

Les vitesses linéaires étant identiques, on a :

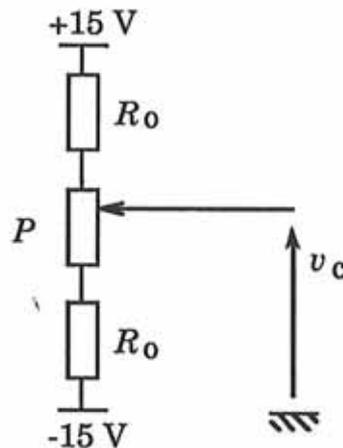
$$R_m \Omega = R_d \Omega_d$$

Ce qui donne :

$$J_{dm} = J_d \frac{R_m^2}{R_d^2}$$

II. TENSION DE COMMANDE

Schéma



Il s'agit d'un pont diviseur de tension. Les résistances R_0 jouent le rôle de résistances talons car elles limitent la tension de sortie v_c .

Appelons αP la résistance du potentiomètre (α varie entre 0 et 1) ; nous obtenons :

$$v_c = \frac{\alpha P + R_0}{2R_0 + P} \times 30 - 15$$

Soit encore :

$$v_c = \alpha \frac{30P}{2R_0 + P} + \frac{30R_0}{2R_0 + P} - 15$$

En choisissant un potentiomètre à piste résistive linéaire, v_c varie linéairement avec l'angle de rotation du curseur du potentiomètre.

Application pratique :

On désire que la tension v_c varie de -5 V à $+5\text{ V}$ pour α évoluant de 0 à 1.

Pour $\alpha = 0$, nous obtenons :

$$v_c = -5\text{ V} = \frac{30R_0}{2R_0 + P} - 15 \implies \frac{R_0}{2R_0 + P} = \frac{10}{30} \quad (1)$$

Pour $\alpha = 1$, nous obtenons :

$$v_c = +5\text{ V} = \frac{P + R_0}{2R_0 + P} \times 30 - 15 \implies \frac{P + R_0}{2R_0 + P} = \frac{20}{30} \quad (2)$$

Nous avons choisi $P = 10\text{ k}\Omega$.

A partir de l'équation (1) ou de l'équation (2), nous obtenons la valeur de R_0 , soit :

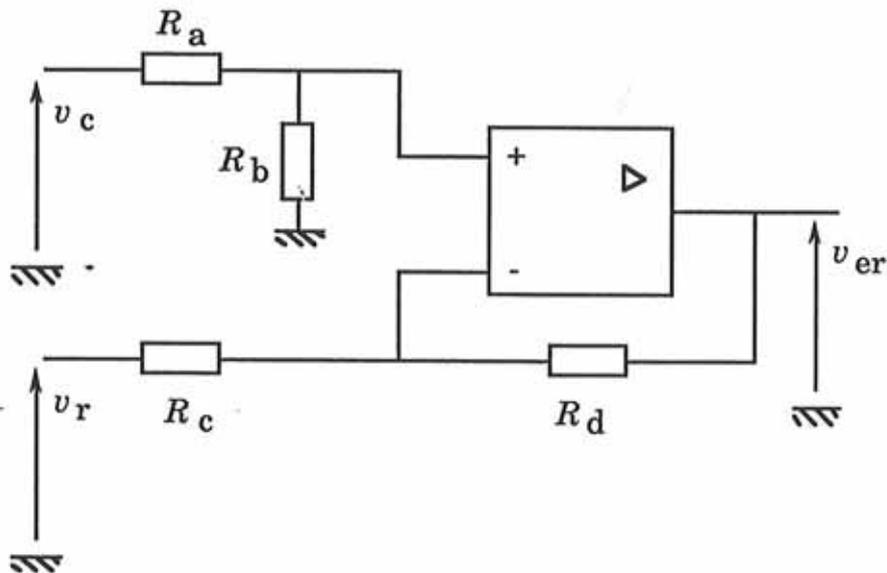
$$R_0 = 10\text{ k}\Omega.$$

La valeur normalisée est $10\text{ k}\Omega$.

$$P = 10\text{ k}\Omega, R_0 = 10\text{ k}\Omega$$

III. COMPAREUR

Schéma



Il s'agit ici d'un montage soustracteur :

v_c est la tension de commande,

v_r est la tension issue de la boucle de retour,

v_{er} est la tension de différence $v_c - v_r$, elle représente l'erreur dans l'asservissement.

La résolution des équations de ce montage donne :

$$v_{er} = v_c \frac{R_b}{R_a + R_b} \times \frac{R_c + R_d}{R_c} - v_r \frac{R_d}{R_c}$$

La condition pour que v_{er} ne dépende que de la différence ($v_c - v_r$) est :

$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{R_c}{R_d}$$

Avec cette condition, l'équation de v_{er} devient :

$$v_{er} = \frac{R_c}{R_d} (v_c - v_r)$$

Application pratique :

On désire : $v_{er} = v_c - v_r$

D'où :

$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{R_c}{R_d} = 1$$

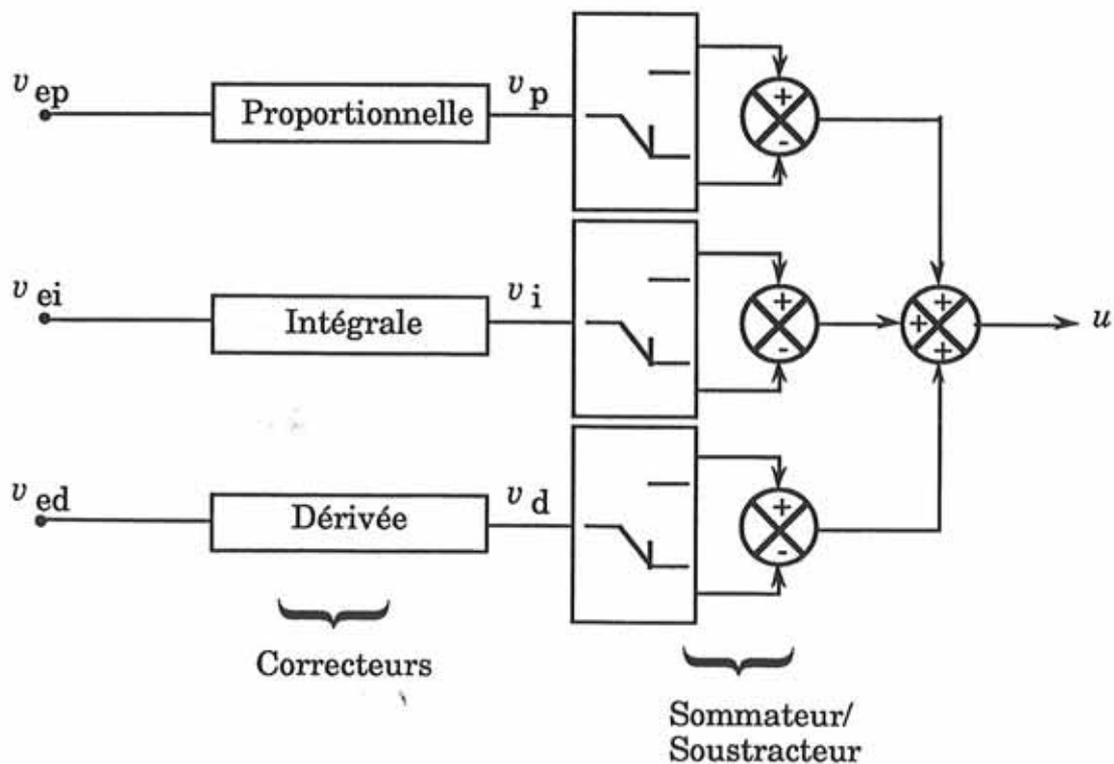
Soit : $R_a = R_b$ et $R_d = R_c$

Nous avons porté notre choix sur une valeur de 100 k Ω pour R_a , R_b , R_d et R_c .

$$R_a = R_b = R_d = R_c = 100 \text{ k}\Omega$$

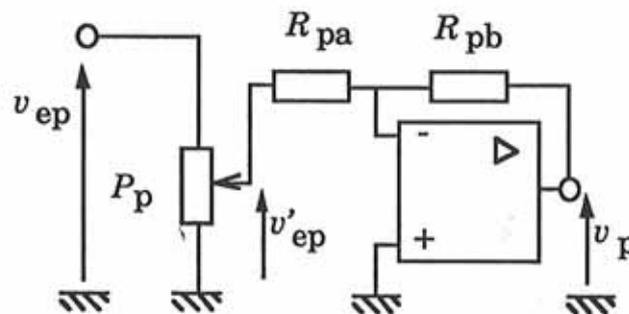
IV. CORRECTEURS

Synoptique



IV.1 CORRECTION PROPORTIONNELLE

Schéma



Le potentiomètre P_p permet de faire varier l'amplification globale du montage.

En posant α_p le rapport entre l'angle du potentiomètre sur l'angle de déviation totale ($0 \leq \alpha_p \leq 1$), nous avons :

$$v'_{ep} = \alpha_p v_{ep}$$

Ceci n'est vrai que si nous pouvons considérer l'impédance d'entrée de l'amplificateur (R_{pa}) grande devant l'impédance de sortie du montage potentiométrique.

Cette impédance de sortie varie selon la position du curseur du potentiomètre ; elle est maximale pour $\alpha_p = 1/2$ et vaut alors $P_p/4$.

L'amplificateur opérationnel est monté en amplificateur inverseur, ce qui donne alors :

$$v_p = -\alpha_p \frac{R_{pb}}{R_{pa}} v_{ep}$$

le rapport v_p/v_{ep} pouvant varier de 0 à $-R_{pb}/R_{pa}$.

Application pratique :

Nous désirons une amplification de -20 pour $\alpha_p = 1$, d'où :

$$\frac{R_{pb}}{R_{pa}} = 20$$

Et d'autre part : $R_{pa} \gg P_p/4$.

En choisissant un potentiomètre de résistance de $10 \text{ k}\Omega$, nous avons :

$$R_{pa} \gg 2,5 \text{ k}\Omega.$$

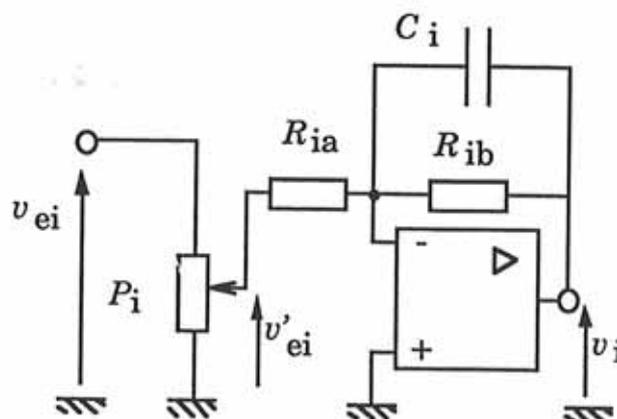
Soit en prenant une valeur 20 fois supérieure :

$$R_{pa} = 50 \text{ k}\Omega.$$

Ce qui donne une valeur normalisée de $47 \text{ k}\Omega$.

Dans ces conditions, R_{pb} a une valeur de $1 \text{ M}\Omega$.

$$P_p = 10 \text{ k}\Omega, R_{pa} = 47 \text{ k}\Omega, R_{pb} = 1 \text{ M}\Omega$$

IV.2 CORRECTION INTEGRALE**Schéma**

Le potentiomètre P_i a le même rôle que le potentiomètre P_p vu précédemment.

En prenant la même condition sur la valeur du potentiomètre, nous avons la relation :

$$v'_{ei} = \alpha_i v_{ei}$$

Le montage à amplificateur opérationnel est un montage intégrateur réel, ce qui permet de faire l'étude du correcteur en boucle ouverte en évitant les dérives.

En appliquant la loi d'additivité des courants, on trouve :

$$C_i \frac{dv_i}{dt} + \frac{v_i}{R_{ib}} = - \frac{v'_{ei}}{R_{ia}}$$

ou :

$$R_{ia} C_i \frac{dv_i}{dt} + \frac{R_{ia}}{R_{ib}} v_i = - v'_{ei}$$

Soit encore :

$$R_{ia} C_i \frac{dv_i}{dt} + \frac{R_{ia}}{R_{ib}} v_i = - \alpha_i v_{ei}$$

Pour simplifier les calculs, nous allons considérer un fonctionnement en sinusoïdal.

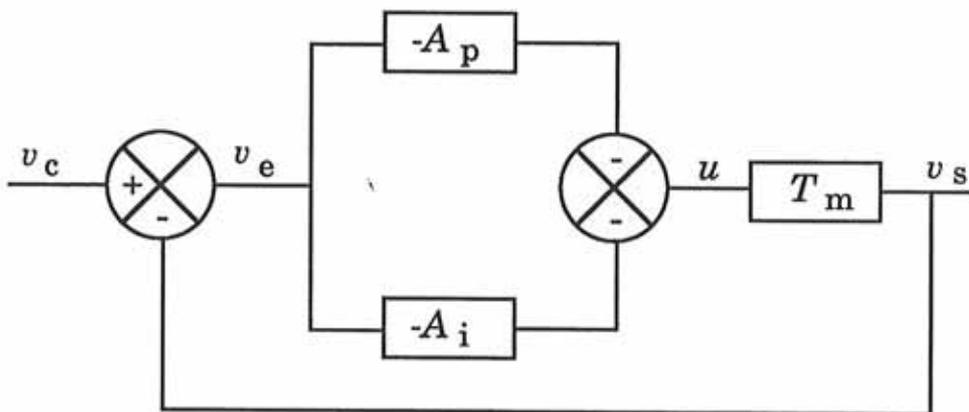
Nous obtenons en notation complexe :

$$\frac{v_i}{v_{ei}} = - \frac{\alpha_i \frac{R_{ib}}{R_{ia}}}{1 + jR_{ib}C_i\omega}$$

Pour des pulsations telles que $\omega \gg 1/R_{ib}C_i$, il est possible de considérer un fonctionnement en intégrateur parfait dont la fonction de transfert serait :

$$\frac{v_i}{v_{ei}} = - \frac{\alpha_i}{jR_{ia}C_i\omega} = - A_i$$

On a représenté ci-après le schéma en boucle fermée de l'asservissement :



où T_m est la fonction transfert de l'ensemble "moteur-capteur".

La fonction de transfert totale est :

$$\frac{v_s}{v_c} = \frac{1 + jA_p\tau_i\omega}{j\tau_i\omega} \times T_m$$

où A_p est l'amplification du correcteur proportionnel et :

$$\tau_i = \frac{R_{ia}C_i}{\alpha_i}$$

Le choix de la constante de temps τ_i de l'intégrateur doit être telle que celui-ci n'intervienne pas dans la stabilité du montage.

On choisira τ_i de telle manière que la rotation de phase du correcteur P.I. soit faible aux pulsations propres de l'ensemble "moteur-captteur".

La phase φ_c du correcteur est égale à :

$$\varphi_c = \arctan(A_p \tau_i \omega) - \pi/2$$

Un calcul équivalent avec l'intégrateur réel donne :

$$\frac{v_s}{v_c} = \frac{\frac{R_{ia}}{R_{ib}} + 1 + jA_p \tau_i \omega}{\frac{R_{ia}}{R_{ib}} + j\tau_i \omega} \times T_m$$

La phase φ_c du correcteur est égale à :

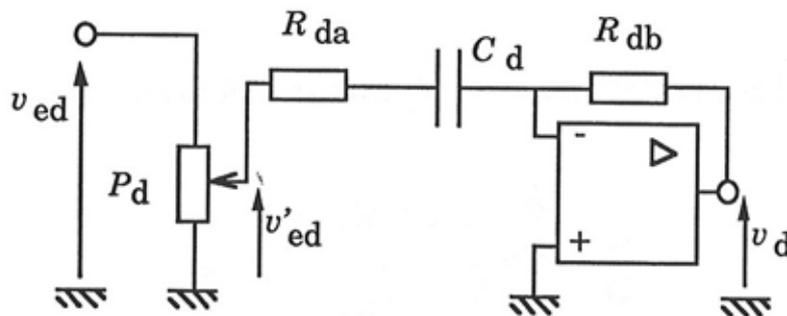
$$\varphi_c = \arctan\left(\frac{A_p \tau_i \omega}{1 + \frac{R_{ia}}{R_{ib}}}\right) - \arctan\left(\frac{\tau_i \omega}{\frac{R_{ia}}{R_{ib}}}\right)$$

Pour des pulsations très inférieures à la pulsation propre du dispositif, le correcteur doit se comporter comme un correcteur avec intégrateur quasi-parfait et pour les pulsations proches de la pulsation propre, la phase doit être faible.

Application pratique :

Un compromis de ces différentes conditions a donné les valeurs suivantes :

$$C_i = 1 \mu\text{F}, R_{ia} = 47 \text{ k}\Omega, R_{ib} = 10 \text{ M}\Omega$$

IV.3 CORRECTION DERIVEE**Schéma**

Le potentiomètre P_i a le même rôle que le potentiomètre P_p vu précédemment.

En prenant la même condition sur la valeur du potentiomètre, nous avons la relation :

$$v'_{ed} = \alpha_d v_{ed}$$

Le montage à amplificateur opérationnel est un montage dérivateur réel, ce qui permet d'éviter la saturation du montage lors d'un front de tension.

En appliquant la loi d'additivité des courants et des tensions, on trouve :

$$R_{db}C_d \frac{dv_d}{dt} + v_d = -R_{da}C_d \frac{dv'_{ed}}{dt}$$

Soit :

$$R_{db}C_d \frac{dv_d}{dt} + v_d = -\alpha_d R_{da}C_d \frac{dv_{ed}}{dt}$$

Pour simplifier les calculs, il est préférable de se placer dans un fonctionnement en régime sinusoïdal.

Nous obtenons en notation complexe :

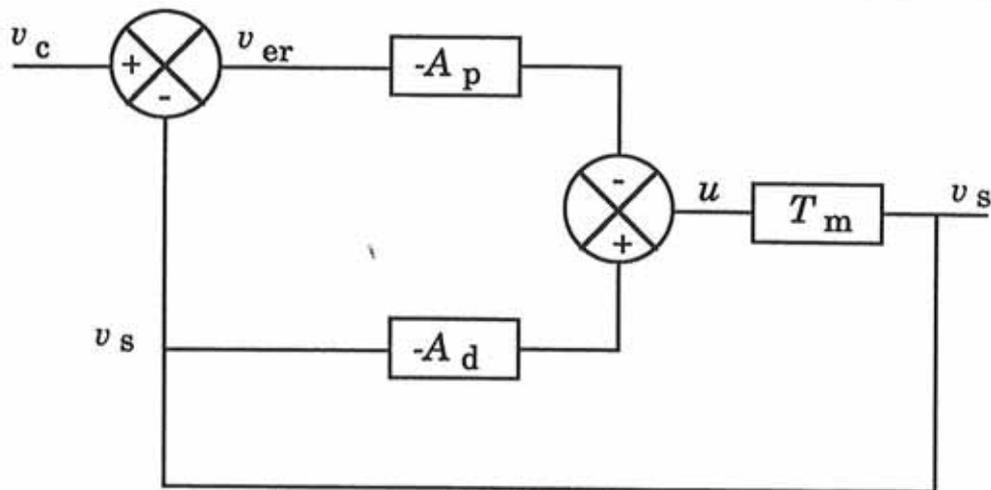
$$\frac{v_d}{v_{ed}} = -\frac{j\alpha_d R_{da}C_d \omega}{1 + jR_{db}C_d \omega}$$

Pour des pulsations suffisamment faibles ($\omega \ll 1/R_{db}C_d$), il est possible de considérer un fonctionnement en dérivateur parfait.

La fonction de transfert du montage devient :

$$\frac{v_d}{v_{ed}} = -j\alpha_d R_{da}C_d \omega$$

Pour la détermination de la valeur de $R_{da}C_d$, nous avons considéré le fonctionnement de l'asservissement suivant :



- où T_m est toujours la fonction transfert de l'ensemble "moteur-capteur".
- où A_p est l'amplification du correcteur proportionnel ;
- où A_d est la transmittance du correcteur dérivée :

$$A_d = j\tau_d\omega \text{ avec } \tau_d = \alpha_d R_{da} C_d$$

Nous obtenons les relations suivantes en notation complexe :

$$\underline{u} = A_p(\underline{v}_e - \underline{v}_s) - A_d \underline{v}_s$$

et :

$$\underline{v}_s = T_m \underline{u}$$

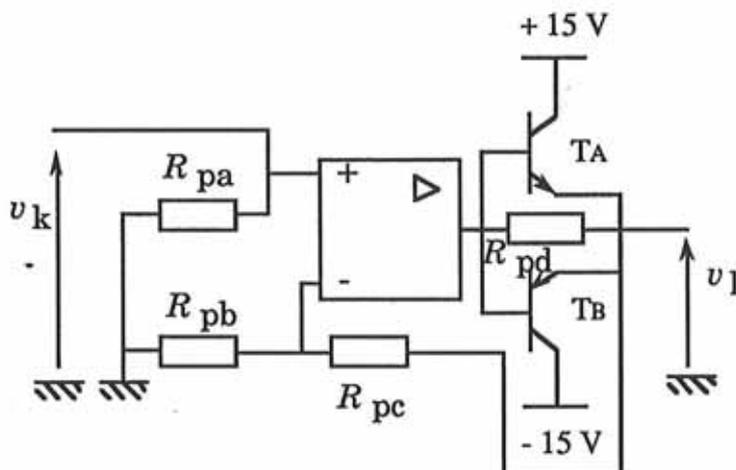
Application pratique :

Un compromis de ces différentes conditions a donné les valeurs suivantes :

$$C_d = 220 \text{ nF}, R_{da} = 22 \text{ k}\Omega, R_{db} = 1 \text{ M}\Omega$$

V. AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE

Schéma



L'amplificateur de puissance doit alimenter un petit moteur à courant continu dont les caractéristiques nominales sont les suivantes :

Tension d'alimentation :	12 V
Vitesse :	3700 tr/min
Couple utile :	2,2 mN.m
Puissance utile :	0,9 W
Courant absorbé :	0,18 A
Résistance :	24 Ω

Les transistors TA et TB sont montés en amplificateur de courant.

L'amplification en tension a été choisie égale à 2.

Application pratique :

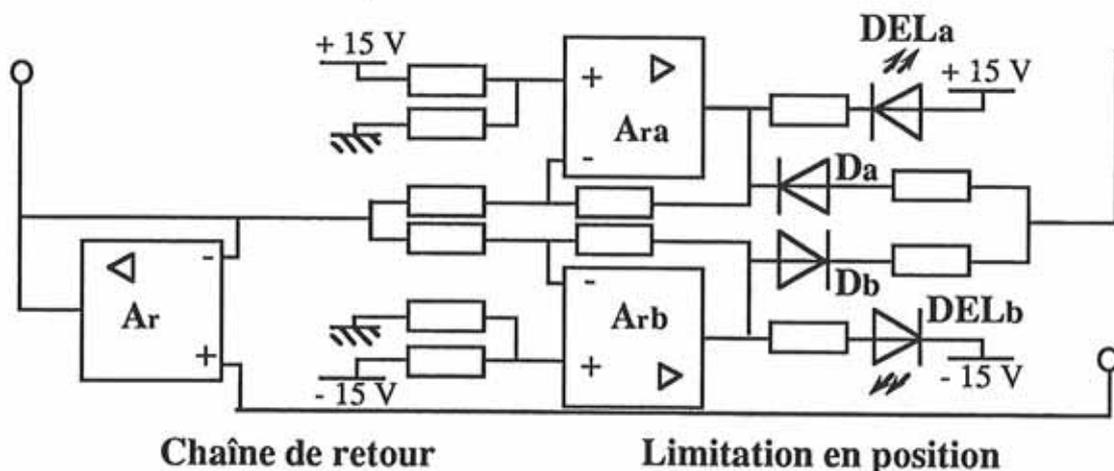
En fonction des caractéristiques du moteur, nous avons choisi les valeurs suivantes :

$$R_{pa} = R_{pb} = R_{pc} = 120 \text{ k}\Omega, R_{pd} = 2,2 \text{ k}\Omega$$

avec des Darlington BDX 33 et BDX 34

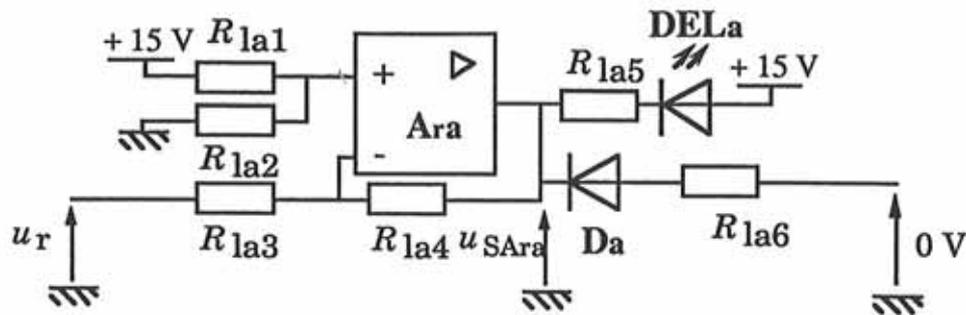
VI. CHAÎNE DE RETOUR

Schéma



Pour détecter les dépassements trop importants de la consigne position, une fonction détection de limitation en position a été rajoutée : une détection pour la limitation positive et une autre pour la limitation négative.

Isolons par exemple la partie du montage permettant la limitation en position positive :



La mesure de la position se fait par un potentiomètre 3 tours alimenté en ± 15 V. La plage de fonctionnement choisie est de $\pm 1/2$ tour autour de la position zéro ce qui correspond à une plage de variation de la tension u_r de ± 5 V. Nous avons choisi une détection du dépassement pour une tension supérieure à 7,5 V. C'est le rôle du pont diviseur de tension placé à l'entrée non inverseuse : les résistances R_{1a1} et R_{1a2} doivent donc être égales.

Nous avons :

$$V^+ = V_{cc} \frac{R_{1a2}}{R_{1a1} + R_{1a2}}$$

et :

$$V^- = \frac{u_{SAra} R_{1a2} + u_r R_{1a4}}{R_{1a3} + R_{1a4}}$$

En régime linéaire, nous avons : $V^+ = V^-$

Donc :

$$V_{cc} \frac{R_{1a2}}{R_{1a1} + R_{1a2}} = \frac{u_{SAra} R_{1a2} + u_r R_{1a4}}{R_{1a3} + R_{1a4}}$$

La résistance R_{1a5} sert à limiter l'intensité du courant traversant la DELa.

La résistance R_{1a6} doit éviter la charge de circuits se trouvant en amont elle doit avoir une très forte valeur.

Application pratique :

En respectant les contraintes imposées précédemment, nous avons choisi les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned}R_{1a1} &= R_{1a2} = R_{1a3} = 10 \text{ k}\Omega, \\R_{1a4} &= R_{1a6} = 100 \text{ k}\Omega, \\R_{1a5} &= 2,2 \text{ k}\Omega\end{aligned}$$

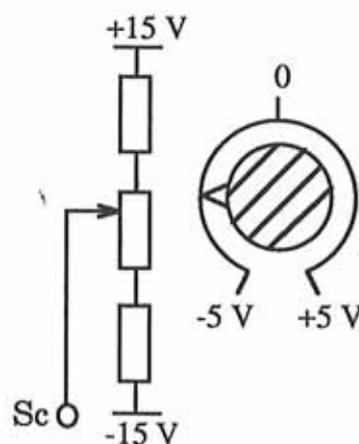
TRAVAUX PRATIQUES SUR LES ASSERVISSEMENTS

A) *PRESENTATION DE LA MAQUETTE*

I. ETUDE DU CIRCUIT DE COMMANDE

I.1 Schéma du montage

Sur la maquette, le circuit de commande est réalisé par le montage ci-après :



I.2 Expérimentation

Alimenter la maquette en ± 15 V.

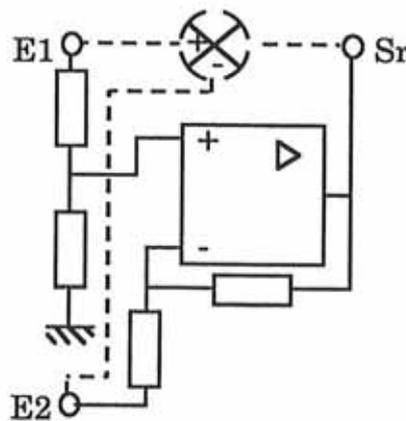
Mesurer avec un oscilloscope ou un voltmètre "continu", la tension disponible entre la borne Sc et la masse.

Vérifier que l'action du potentiomètre permet l'obtention d'une tension réglable entre - 5 V et + 5 V.

II. ETUDE DU CIRCUIT COMPAREUR

II.1 Schéma du montage

Sur la maquette, le circuit comparateur est réalisé par le montage ci-après :



II.2 Expérimentation

Alimenter la maquette en ± 15 V.

Relier la borne Sc à la borne E1.

Ajuster la tension v_{sc} à une valeur de 4 V.

Appliquer à l'entrée E2 du montage, une tension continue v_{e2} égale à 3 V.

Quelle est la valeur de la tension continue disponible à la borne Sr ?

Modifier la tension v_{sc} en lui donnant successivement les valeurs :

3 V, 2V, 0V, -2 V, -4 V.

Relever les valeurs correspondantes de v_{sr} lorsque la tension v_{e2} égale à 3 V.

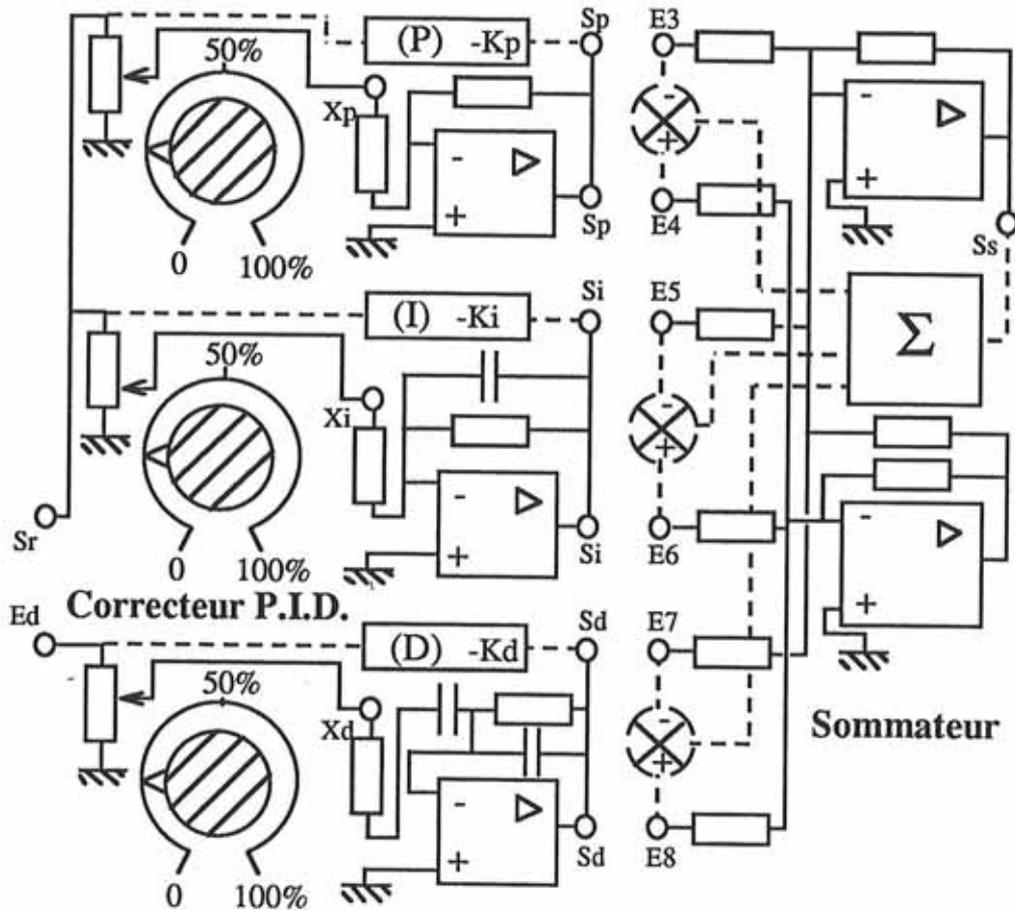
Relever les valeurs de v_{sr} dans le cas où la tension v_{sc} est fixée à la valeur de 3 V et la tension v_{e2} a les valeurs suivantes :

3 V, 2V, 0V, -2 V, -4 V.

III. ETUDE DU CIRCUIT CORRECTEUR

III.1 Schéma du montage

Sur la maquette, le circuit correcteur est réalisé par le montage ci-après :



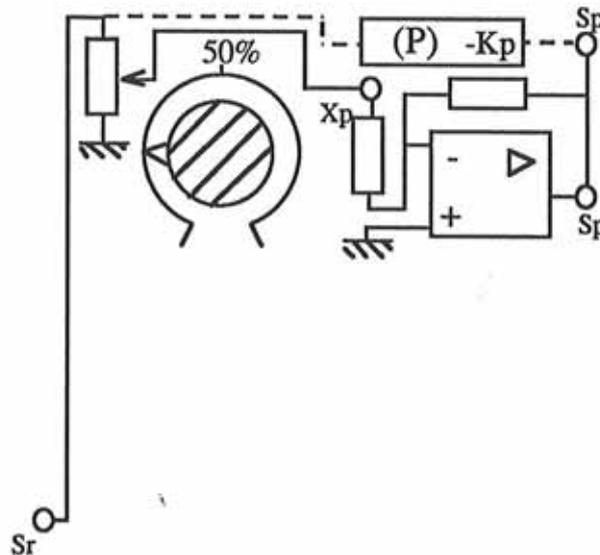
Ce montage se décompose en quatre parties :

- un organe dit "proportionnel"
- un organe dit "intégral"
- un organe dit "dérivée"
- un sommateur

III.2 Expérimentation

Alimenter la maquette en ± 15 V.

III.2.1 Etude de l'organe dit "proportionnel" :



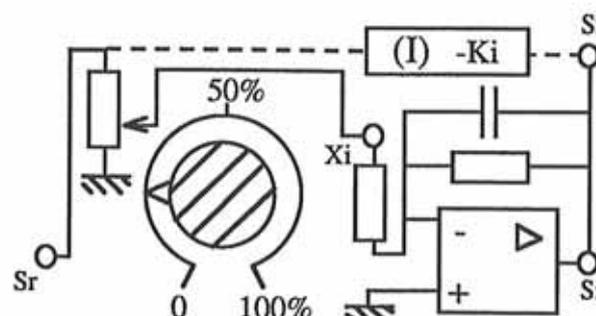
Appliquer en E_1 une tension continue u_{e1} de 1 V. Mesurer u_{sr} .

Mesurer en X_p et en S_p les tensions disponibles en ces bornes pour les positions suivantes du potentiomètre :

0%, 50% et 100%

Remplacer la tension continue par une tension sinusoïdale d'amplitude 1 V et de fréquence 100 Hz. Visualiser à l'oscilloscope les tensions disponibles en X_p et en S_p pour différentes positions du potentiomètre. En déduire la fonction de ce montage.

III.2.2 Etude de l'organe dit "intégral" :



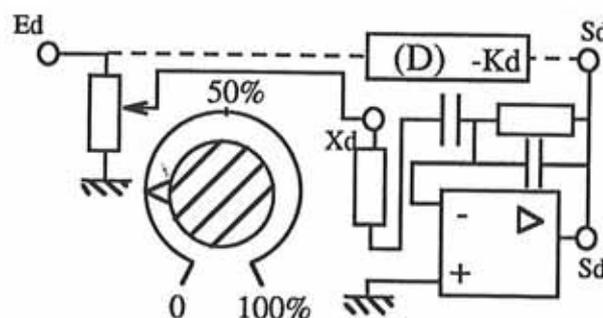
Appliquer en E_1 une tension sinusoïdale d'amplitude 1 V et de fréquence 10 Hz. Visualiser à l'oscilloscope les tensions disponibles en X_i et en S_i pour différentes positions du potentiomètre.

Pour une position particulière de ce potentiomètre (50%) par exemple, tracer le diagramme de Bode du montage (pour f variant de 0,1 Hz à 100 Hz).

Pour quel intervalle de fréquences le montage fonctionne-t-il en intégrateur ?

Remplacer le signal sinusoïdal par un signal en créneaux. Ajuster la fréquence du signal, pour obtenir en S_i une tension triangulaire. Justifier le nom de montage intégrateur.

III.2.3 Etude de l'organe dit "dérivée" :



Appliquer en E_d une tension sinusoïdale d'amplitude 1 V et de fréquence 10 kHz. Visualiser à l'oscilloscope les tensions disponibles en X_d et en S_d pour différentes positions du potentiomètre.

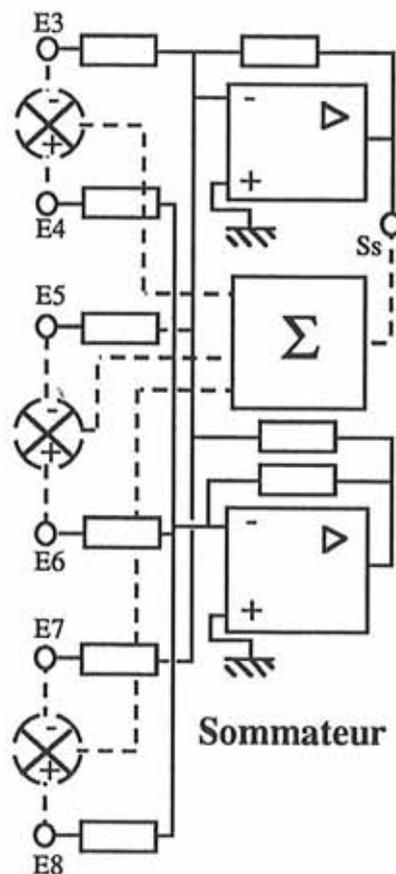
Pour une position particulière de ce potentiomètre (50%) par exemple, tracer le diagramme de Bode du montage (pour f variant de 0,1 Hz à 100 Hz).

Pour quel intervalle de fréquences le montage fonctionne-t-il:

- en dérivateur ?
- en filtre ? Est-ce alors un filtre passe-haut ou un filtre passe-bas ?

Remplacer le signal sinusoïdal par un signal triangulaire. Ajuster la fréquence du signal, pour obtenir en S_d une tension en créneaux. Justifier le nom de montage dérivateur.

III.2.4 Etude du montage sommateur :



Appliquer une tension continue de 2 V en E_3 . Mesurer la tension disponible en S_s .

Recommencer la mesure précédente, en appliquant la tension continue de 2 V successivement en E_4 , E_5 , E_6 , E_3 et E_8 .

Appliquer une tension continue de 2 V simultanément en E_3 , E_5 et E_7 . Mesurer la tension disponible en S_s .

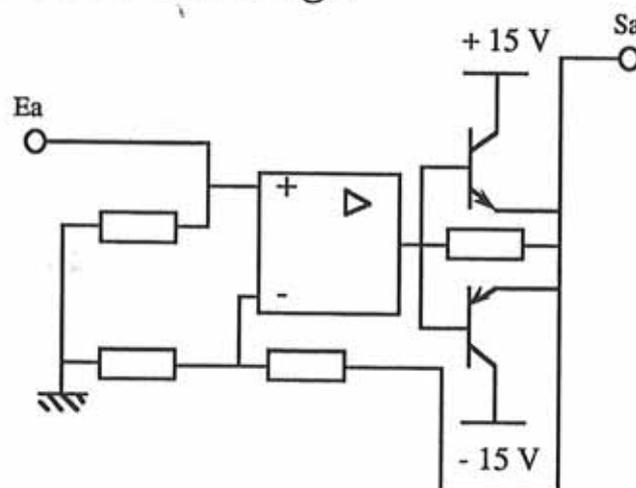
Appliquer maintenant cette tension continue de 2 V simultanément en E_3 , E_6 et E_7 . Mesurer la tension disponible en S_s .

Appliquer la maintenant simultanément en E_4 , E_6 et E_8 . Mesurer la tension disponible en S_s .

Le montage peut-il fonctionner en sommateur et en soustracteur ?

IV. ETUDE DE L'AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE

IV.1 Schéma du montage



Amplificateur de puissance

IV.2 Expérimentation

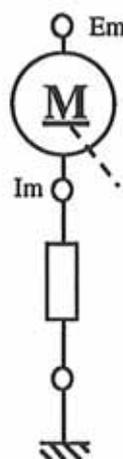
Relier la borne S_c à la borne E_a par l'intermédiaire d'un milliampèremètre. Intercaler également un ampèremètre entre les bornes S_a et E_m .

Pour quelques positions du potentiomètre du circuit de commande, relever les tensions disponibles à l'entrée et à la sortie de l'amplificateur de puissance ainsi que les courants d'entrée et de sortie.

Calculer les amplifications en tension et en courant du montage. Est-ce aussi un amplificateur de puissance ? Pourquoi ?

V. ETUDE DE L'ENSEMBLE "MOTEUR/CAPTEUR"

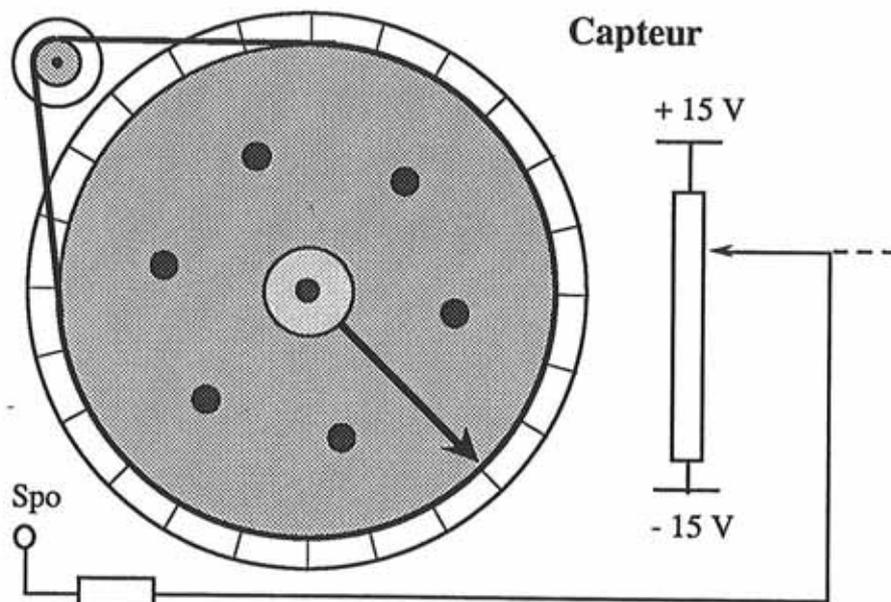
Moteur



L'alimentation du moteur se fait par les bornes S_a et E_m .

Essayer de retrouver expérimentalement quelques caractéristiques du moteur

Capteur



La chaîne de retour reçoit une tension provenant du capteur de position qui est un potentiomètre 3 tours.

Enlever la courroie et alimenter la maquette.

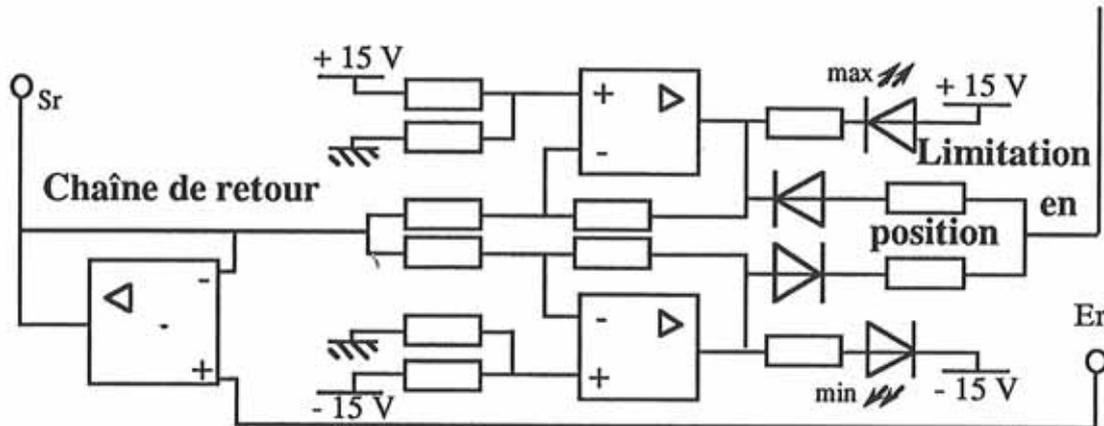
Vérifier que le potentiomètre est un 3 tours en faisant tourner le disque à la main .

Mesurer la tension disponible à la borne S_{po} pour différentes positions du disque.

Tracer un graphe représentant les variations de cette tension en fonction des positions angulaires du disque.

VI. ETUDE DE LA CHAÎNE DE RETOUR

VI.1 Schéma du montage



VI.2 Expérimentation

La maquette est alimentée.

Appliquer en E_r une tension u_{er} pouvant être réglée entre +15 V et -15 V.

Relever les valeurs de la tension u_{sr} disponible en S_r .

Comparer u_{er} et u_{sr} .

A partir de quelle valeur de u_{er} , la diode électroluminescente reliée au +15 V s'allume-t-elle ?

A partir de quelle valeur de u_{er} , la diode électroluminescente reliée au -15 V s'allume-t-elle ?

En déduire une utilisation de ce type de montage dans le cas d'un asservissement de position.

B) ASSERVISSEMENT DE POSITION

ETUDE QUALITATIVE

I. MONTAGE

Relier les bornes Sc et E1, E2 et Sr, Ed et Sr, Sp et E3, Si et E5, Sd et E8, Ss et Ea, Sa et Em, Spo et Er.

Alimenter la maquette en ± 15 V.

II. EXPERIMENTATION

La manipulation consiste à agir sur le potentiomètre de commande pour voir comment suit le disque par rapport à la consigne appliquée.

Ce potentiomètre est manœuvré par à-coups en lui faisant subir de petits déplacements.

II.1 Influence d'une commande proportionnelle.

Les potentiomètres P_i et P_d de commandes intégrale et dérivée sont à zéro.

Le potentiomètre P_p de commande proportionnelle est au maximum.

En agissant sur le potentiomètre de la commande de consigne par à-coups, observer le mouvement du disque.

Recommencer l'expérimentation en intercalant entre les bornes Sa et Em une bobine de forte inductance (0,5 H-1H).

Après avoir court-circuité la bobine, fixer des masses sur le disque afin d'en modifier son inertie puis recommencer l'expérimentation.

Analyser qualitativement les phénomènes observés.

II.2 Influence d'une commande proportionnelle et intégrale

Les potentiomètres P_p et P_i de commandes proportionnelle et intégrale sont au maximum.

Le potentiomètre P_d de commande dérivée est à zéro.

En agissant sur le potentiomètre de la commande de consigne par à-coups, observer le mouvement du disque.

Recommencer l'expérimentation en intercalant entre les bornes Sa et Em une bobine de forte inductance (0,5 H-1H).

Après avoir court-circuité la bobine, fixer des masses sur le disque afin d'en modifier son inertie puis recommencer l'expérimentation.

Analyser qualitativement les phénomènes observés.

II.3 Influence d'une commande proportionnelle et dérivée

Les potentiomètres P_p et P_d de commandes proportionnelle et dérivée sont au maximum.

Le potentiomètre P_i de commande intégrale est à zéro.

En agissant sur le potentiomètre de la commande de consigne par à-coups, observer le mouvement du disque.

Recommencer l'expérimentation en intercalant entre les bornes S_a et E_m une bobine de forte inductance (0,5 H-1H).

Après avoir court-circuité la bobine, fixer des masses sur le disque afin d'en modifier son inertie puis recommencer l'expérimentation.

Analyser qualitativement les phénomènes observés.

I.2.4 Influence d'une commande proportionnelle intégrale et dérivée

Les potentiomètres P_p , P_i et P_d de commandes proportionnelle, intégrale et dérivée sont au maximum.

En agissant sur le potentiomètre de la commande de consigne par à-coups, observer le mouvement du disque.

Recommencer l'expérimentation en intercalant entre les bornes Sa et Em une bobine de forte inductance (0,5 H-1H).

Après avoir court-circuité la bobine, fixer des masses sur le disque afin d'en modifier son inertie puis recommencer l'expérimentation.

Analyser qualitativement les phénomènes observés.

C) ASSERVISSEMENT DE POSITION : REPONSE A UN ECHELON

I. MONTAGE

Relier les bornes E2 et Sr, Ed et E2, Sp et E3, Si et E5, Sd et E8, Ss et Ea, Sa et Em, Spo et Er.

Alimenter la maquette en ± 15 V.

Appliquer en E1 une tension en créneaux ± 4 V de fréquence 0,2 Hz.

Visualiser en E1 l'échelon de consigne à l'oscilloscope.

Visualiser en Sr la tension image de la position à l'oscilloscope.

II. EXPERIMENTATION

II.1 Influence d'une commande proportionnelle.

- **Première expérience**

Le correcteur est initialement à commande proportionnelle. Pour cela, les potentiomètres P_i et P_d de commandes intégrale et dérivée sont à zéro.

En agissant sur l'amplification de la commande proportionnelle, indiquer l'influence de cette commande sur la réponse à un échelon.

On pourra relever quelques oscillogrammes par exemple.

Modifier le signe de la commande proportionnelle en reliant S_p à E4 et non plus à E3.

Que constate-t-on ?

Observer particulièrement l'état des diodes électroluminescentes de l'indicateur de limitation en position.

Justifier cet état.

- **Influence de l'inertie entraînée**

Placer sur le disque quelques masselottes et recommencer l'expérimentation précédente.

Comparer les résultats obtenus : temps de montée et de descente, précision, dépassement, ...

- **Influence de la liaison "moteur/capteur"**

Remplacer la courroie assurant la liaison "moteur/capteur" par une autre plus élastique.

Recommencer l'expérimentation précédente sans les masselottes puis avec les masselottes.

Comparer les résultats obtenus : temps de montée et de descente, erreur statique, dépassement, ...

- **Influence de la constante de temps électrique**

Recommencer l'expérimentation en intercalant entre les bornes Sa et Em une bobine de forte inductance (0,5 H-1 H) sans les masselottes puis avec les masselottes.

Comparer les résultats obtenus : temps de montée et de descente, erreur statique, dépassement, ...

II.2 Influence d'une commande proportionnelle et intégrale

Choisir une amplification de 50% pour la commande proportionnelle.

- Faire varier le potentiomètre de la commande intégrale ; pour différentes positions de ce potentiomètre, relever les courbes représentatives des images de la consigne et de la réponse.

Relever également les états des diodes électroluminescentes et justifier leurs états en observant à l'oscilloscope l'image de la position.

- **Influence de l'inertie entraînée**

Placer sur le disque quelques masselottes et recommencer l'expérimentation précédente.

Comparer les résultats obtenus : temps de montée et de descente, précision, dépassement, ...

- **Influence de la liaison "moteur/capteur"**

Remplacer la courroie assurant la liaison "moteur/capteur" par une autre plus élastique.

Recommencer l'expérimentation précédente sans les masselottes puis avec les masselottes.

Comparer les résultats obtenus : temps de montée et de descente, erreur statique, dépassement, ...

- **Influence de la constante de temps électrique**

Recommencer l'expérimentation en intercalant entre les bornes Sa et Em une bobine de forte inductance (0,5 H-1 H) sans les masselottes puis avec les masselottes.

Comparer les résultats obtenus : temps de montée et de descente, erreur statique, dépassement, ...

II.3 Influence d'une commande proportionnelle et dérivée

Choisir une amplification de 50% pour la commande proportionnelle.

- Faire varier le potentiomètre de la commande intégrale ; pour différentes positions de ce potentiomètre, relever les courbes représentatives des images de la consigne et de la réponse.

Relever également les états des diodes électroluminescentes et justifier leurs états en observant à l'oscilloscope l'image de la position.

- **Influence de l'inertie entraînée**

Placer sur le disque quelques masselottes et recommencer l'expérimentation précédente.

Comparer les résultats obtenus : temps de montée et de descente, précision, dépassement, ...

- **Influence de la liaison "moteur/capteur"**

Remplacer la courroie assurant la liaison "moteur/capteur" par une autre plus élastique.

Recommencer l'expérimentation précédente sans les masselottes puis avec les masselottes.

Comparer les résultats obtenus : temps de montée et de descente, erreur statique, dépassement, ...

- **Influence de la constante de temps électrique**

Recommencer l'expérimentation en intercalant entre les bornes Sa et Em une bobine de forte inductance (0,5 H-1 H) sans les masselottes puis avec les masselottes.

Comparer les résultats obtenus : temps de montée et de descente, erreur statique, dépassement, ...

II.4 Influence d'une commande proportionnelle, intégrale et dérivée

Choisir une amplification de 50% pour la commande proportionnelle.

- Ajuster les différents potentiomètres pour que la réponse à un échelon soit précise, rapide et stable. Relever alors les courbes représentatives des images de la consigne et de la réponse.

- **Influence de l'inertie entraînée**

Placer sur le disque quelques masselottes et recommencer l'expérimentation précédente.

Ajuster les différents potentiomètres pour que la réponse à un échelon soit précise, rapide et stable.

Comparer les résultats obtenus : temps de montée et de descente, précision, dépassement, ...

- **Influence de la liaison "moteur/capteur"**

Remplacer la courroie assurant la liaison "moteur/capteur" par une autre plus élastique.

Recommencer l'expérimentation précédente sans les masselottes puis avec les masselottes.

Ajuster les différents potentiomètres pour que la réponse à un échelon soit précise, rapide et stable.

Comparer les résultats obtenus : temps de montée et de descente, erreur statique, dépassement, ...

- **Influence de la constante de temps électrique**

Recommencer l'expérimentation en intercalant entre les bornes Sa et Em une bobine de forte inductance (0,5 H-1 H) sans les masselottes puis avec les masselottes.

Ajuster les différents potentiomètres pour que la réponse à un échelon soit précise, rapide et stable.

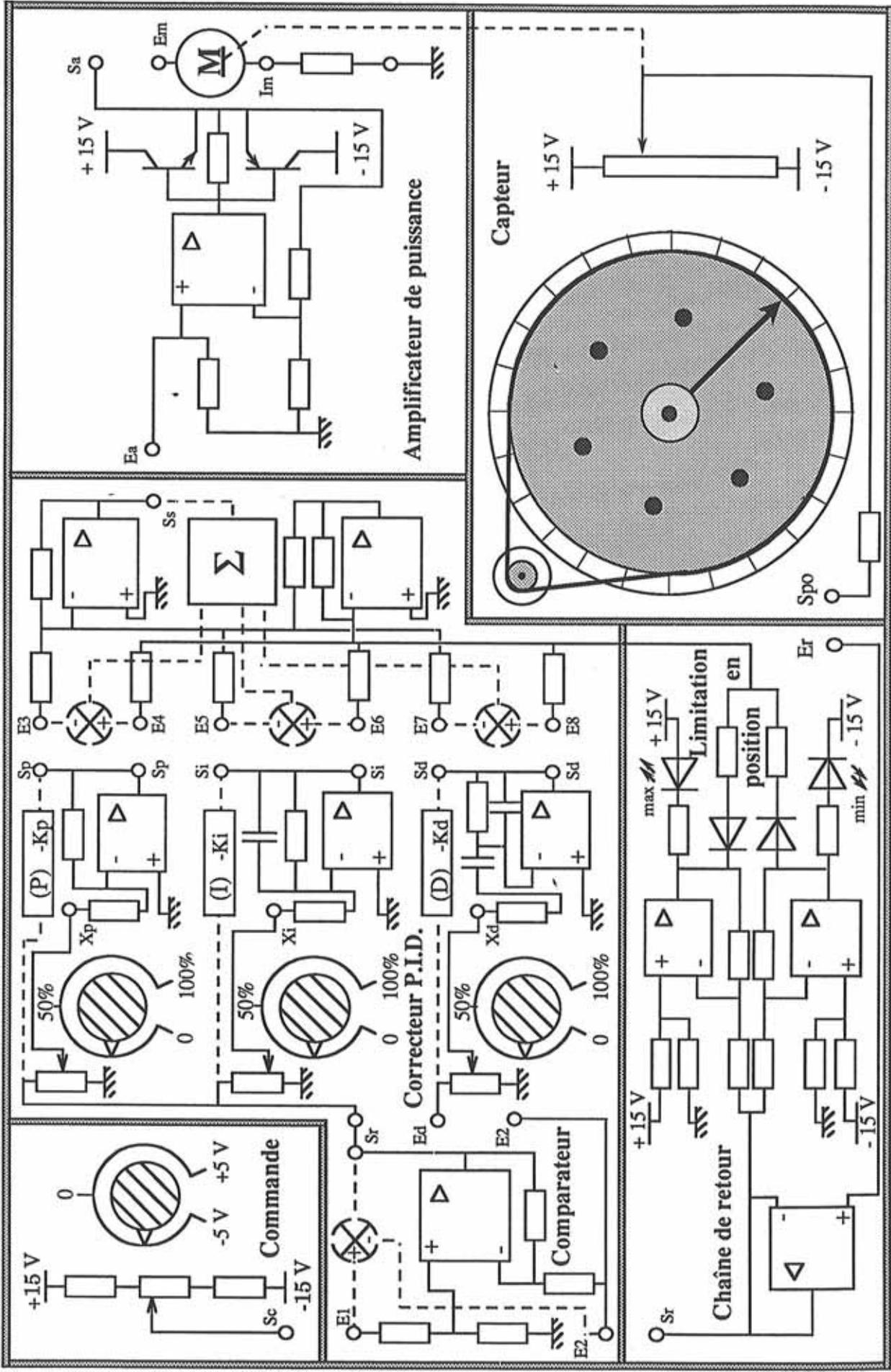
Comparer les résultats obtenus : temps de montée et de descente, erreur statique, dépassement, ...

Annexe 1

Plan de la maquette ASSERVISSEMENT de POSITION

ASSERVISSEMENT DE POSITION

○ -15 V ○ 0V +15 V



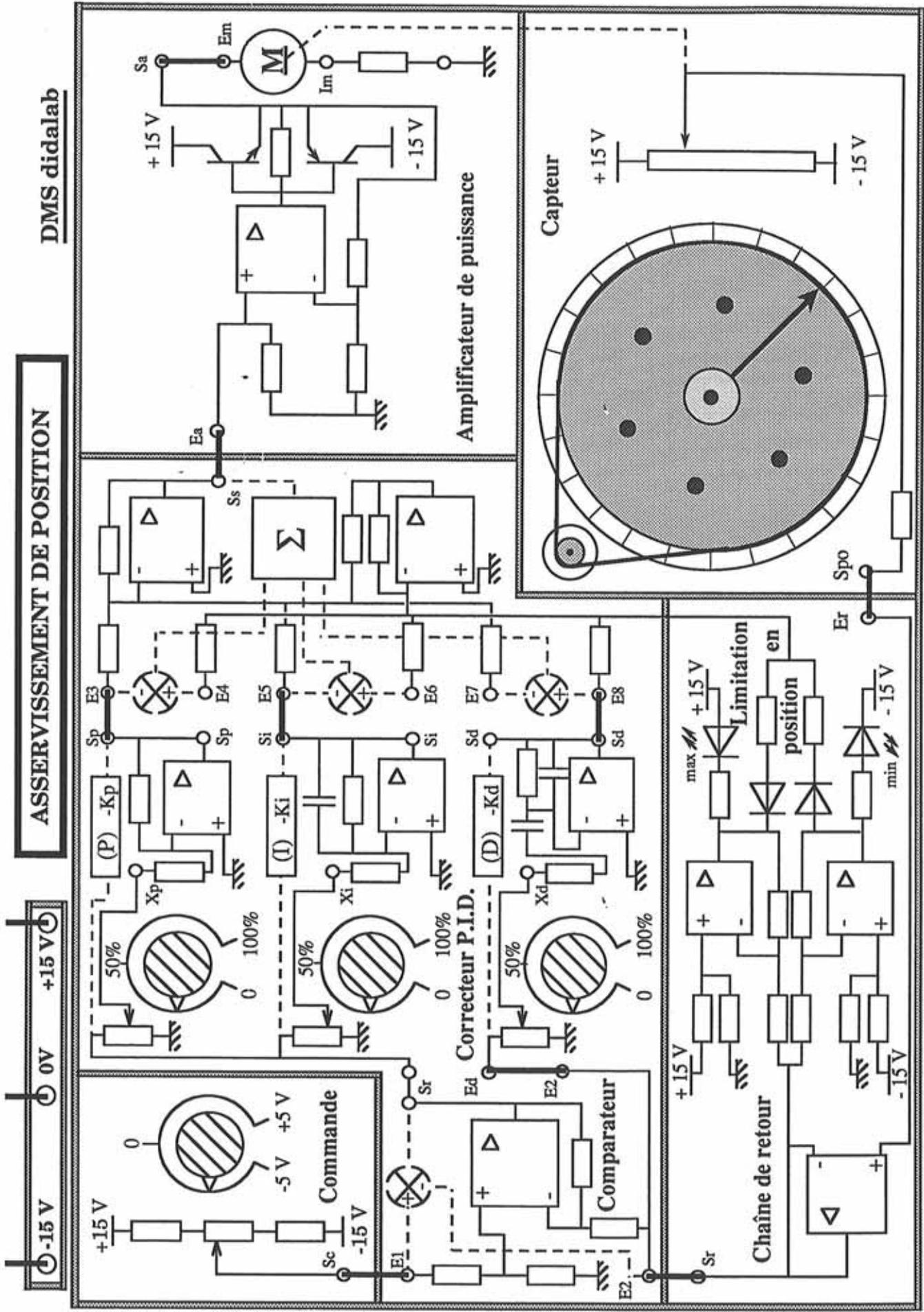
Plan de la maquette ASSERVISSEMENT DE POSITION

Annexe 2

Schéma de câblage de la maquette
ASSERVISSEMENT DE POSITION
pour l'étude avec correction PID

ASSERVISSEMENT DE POSITION

DMS didalab

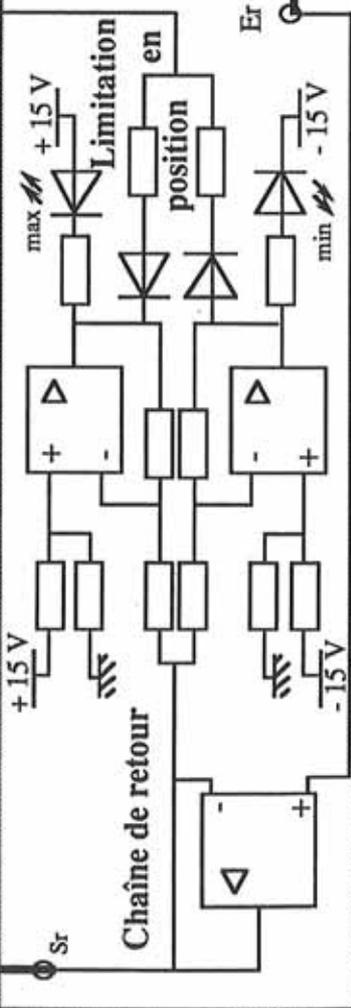
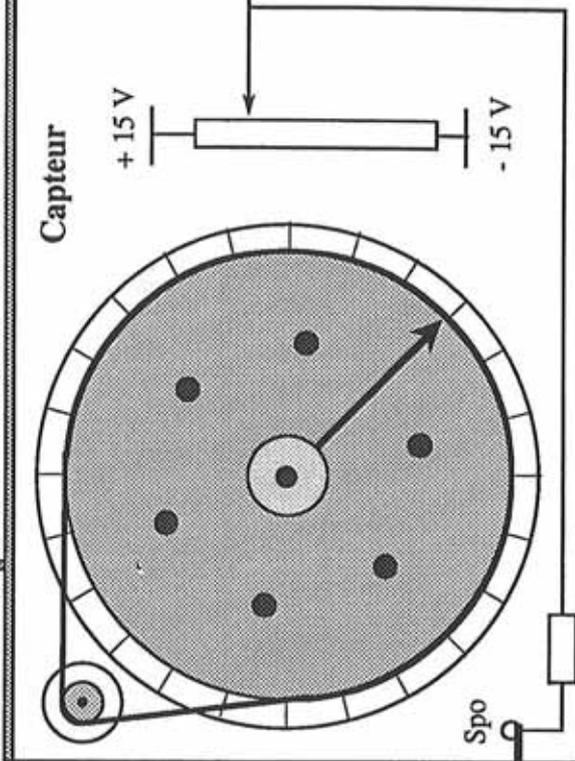
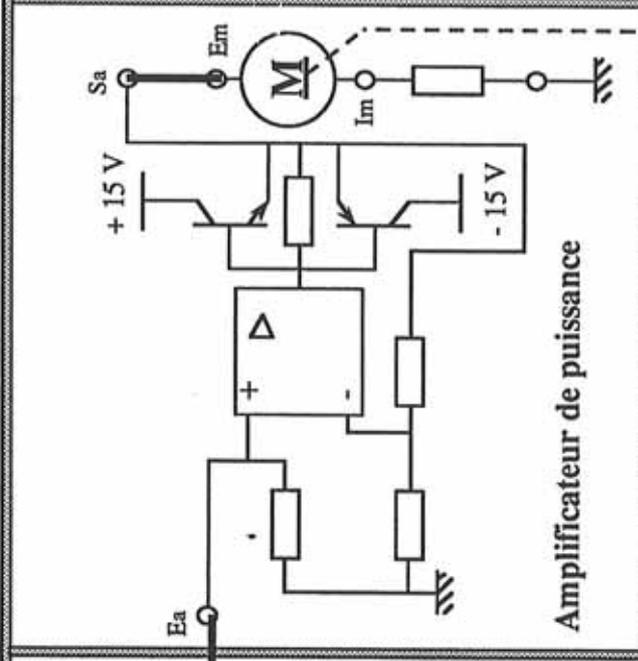
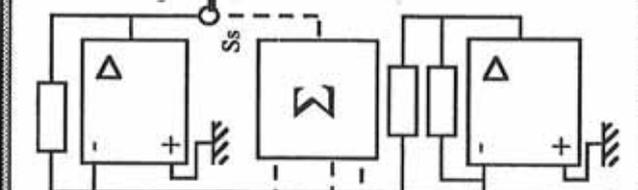
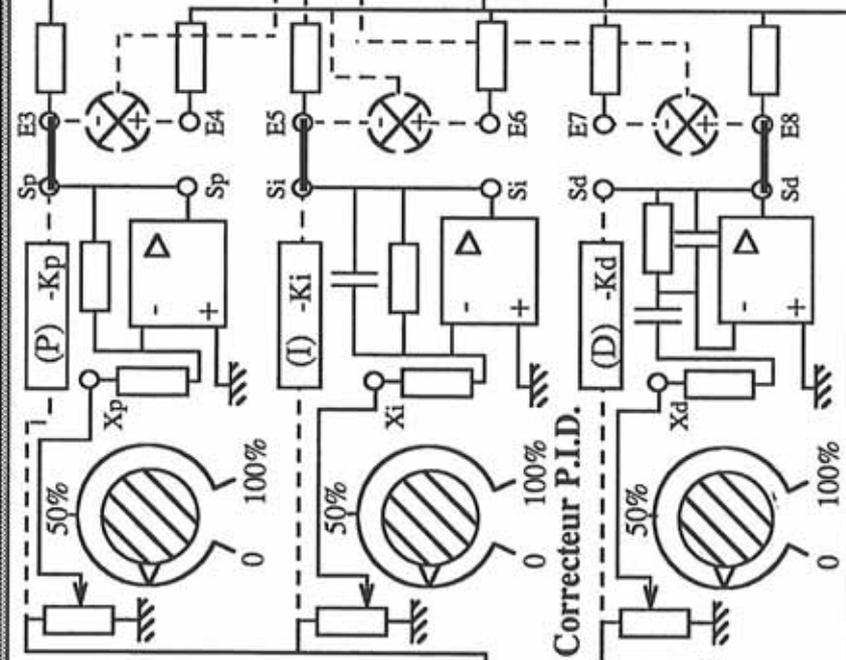
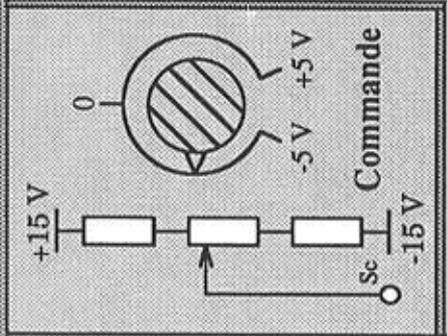


Câblage de la maquette ASSERVISSEMENT DE POSITION pour l'étude avec correction PID

Annexe 3

Schéma de câblage de la maquette
ASSERVISSEMENT DE POSITION
pour l'étude avec correction PID dans le cas
d'une réponse à un échelon

ASSERVISSEMENT DE POSITION

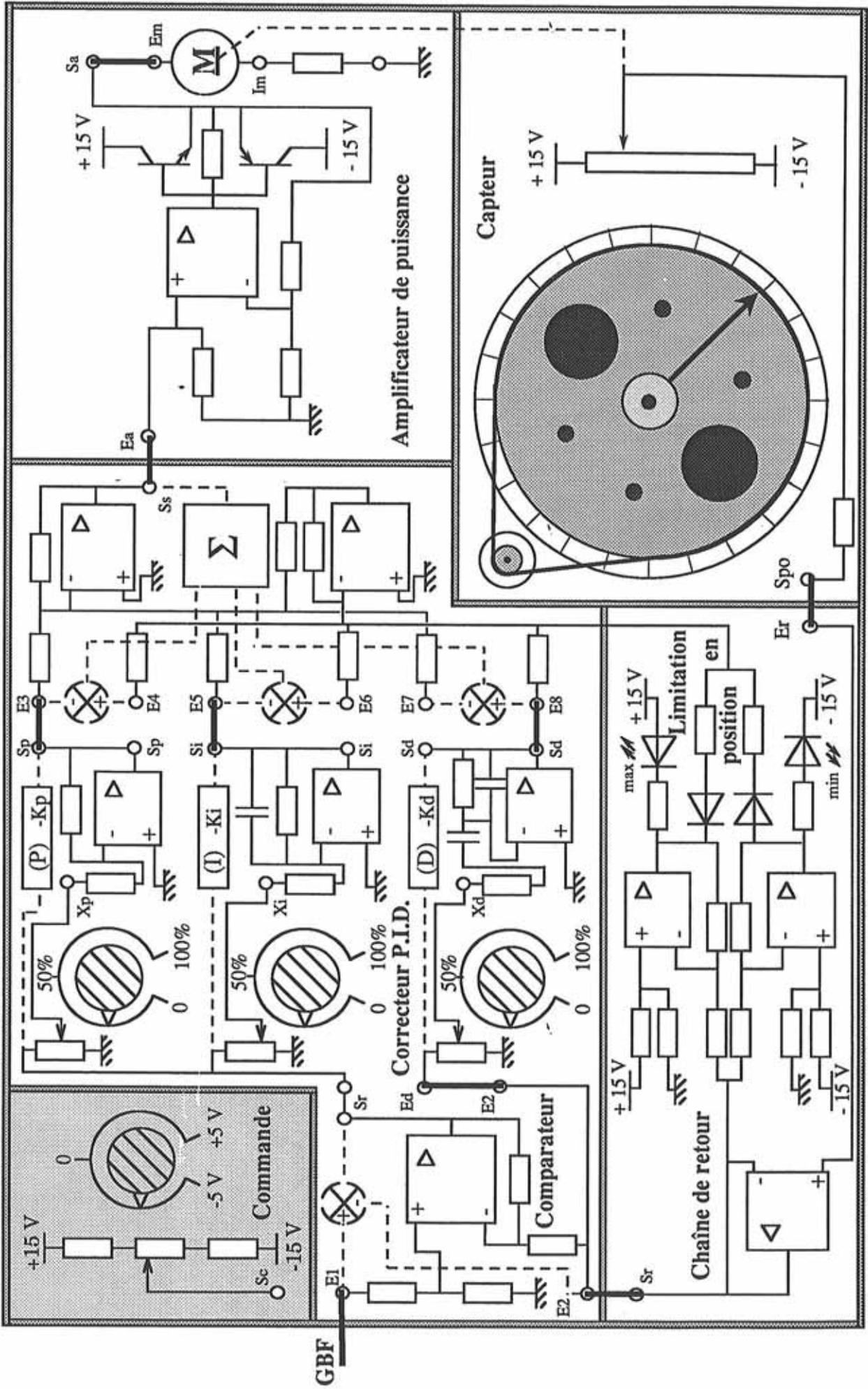


Câblage de la maquette ASSERVISSEMENT DE POSITION pour l'étude avec correction PID dans le cas d'une réponse à un échelon

Annexe 4

Schéma de câblage de la maquette
ASSERVISSEMENT DE POSITION
pour l'étude avec correction PID
et modification de l'inertie entraînée

ASSERVISSEMENT DE POSITION



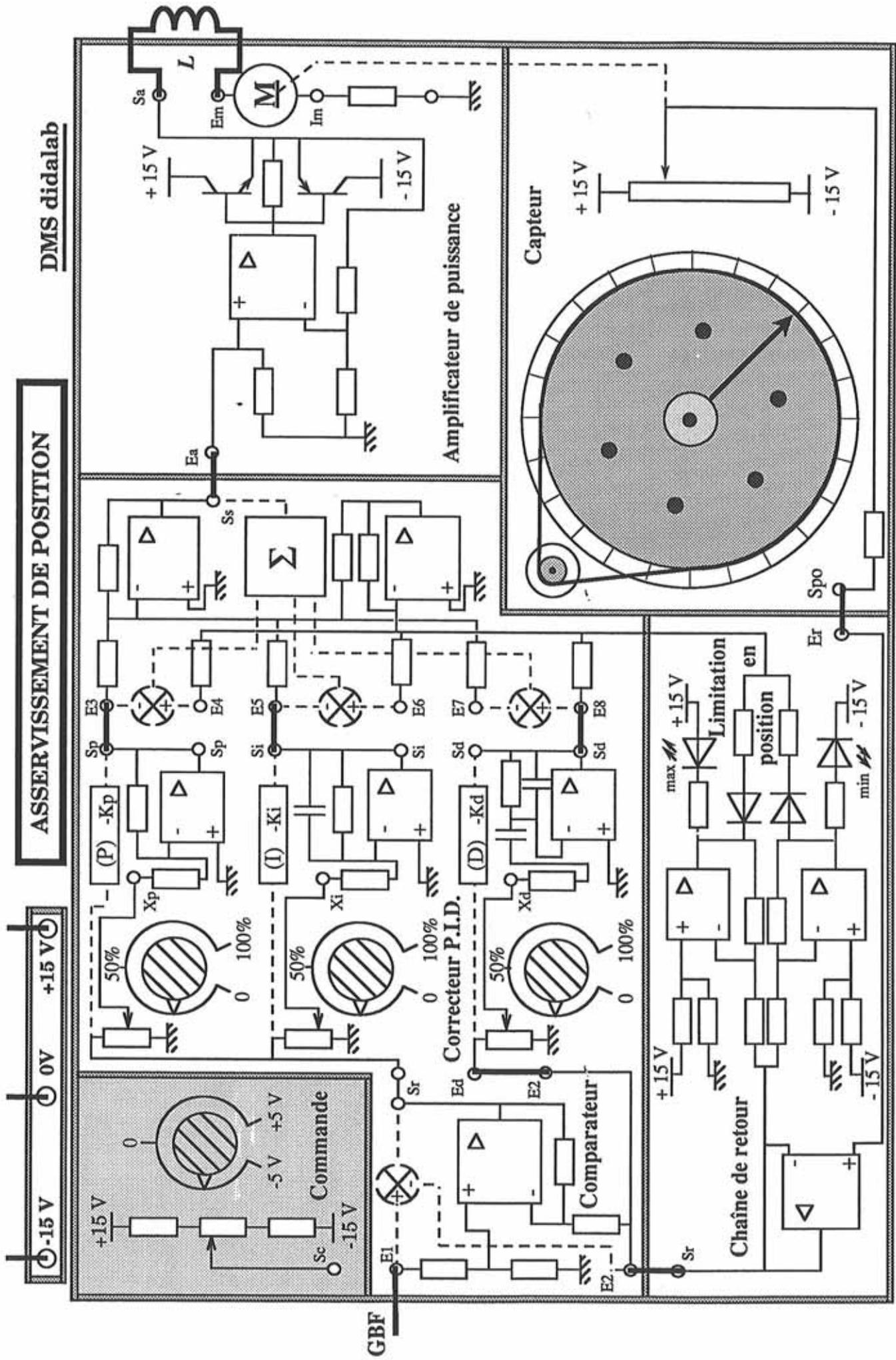
Câblage de la maquette ASSERVISSEMENT DE POSITION pour l'étude avec correction PID après modification de l'inertie entraînée

Annexe 5

Schéma de câblage de la maquette
ASSERVISSEMENT DE POSITION
pour l'étude avec correction PID
et modification de la constante de temps électrique

ASSERVISSEMENT DE POSITION

DMS didalab



Câblage de la maquette ASSERVISSEMENT DE POSITION avec correction PID et modification de la constante de temps électrique

Sommaire

CAHIER DES CHARGES	p.1
PRESENTATION DE LA MAQUETTE	p.2
I. SYSTEME A ASSERVIR	p.2
I.1 Moteur	p.3
III.2 Capteur et disque	p.5
II. TENSION DE COMMANDE	p.6
III. COMPAREUR	p.8
IV. CORRECTEURS	p.9
IV.1 Correction proportionnelle	p.10
IV.2 Correction intégrale	p.11
IV.3 Correction dérivée	p.15
V. AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE	p.18
VI. CHAINE DE RETOUR	p.19
TRAVAUX PRATIQUES SUR LES ASSERVISSEMENTS	p.22
A) PRESENTATION DE LA MAQUETTE	p.22
I. ETUDE DU CIRCUIT DE COMMANDE	p.22
I.1 Schéma du montage	p.22
I.2 Expérimentation	p.22
II. ETUDE DU CIRCUIT COMPAREUR	p.23
II.1 Schéma du montage	p.23
II.2 Expérimentation	p.23
III. ETUDE DU CIRCUIT CORRECTEUR	p.24
III.1 Schéma du montage	p.24
III.2 Expérimentation	p.25
III.2.1 Etude de l'organe dit "proportionnel"	p.26
III.2.2 Etude de l'organe dit "intégral"	p.26
III.2.3 Etude de l'organe dit "dérivée"	p.27
III.2.4 Etude du montage sommateur	p.28
IV. ETUDE DE L'AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE	p.29
IV.1 Schéma du montage	p.29
IV.2 Expérimentation	p.30
V. ETUDE DE L'ENSEMBLE "MOTEUR/CAPTEUR"	p.30
VI. ETUDE DE LA CHAINE DE RETOUR	p.32
VI.1 Schéma du montage	p.32
VI.2 Expérimentation	p.32

<u>B) ASSERVISSEMENT DE VITESSE : ETUDE QUALITATIVE</u>	p.34
<u>I. MONTAGE</u>	p.34
<u>II. EXPERIMENTATION</u>	p.34
<u>II. 1 Commande proportionnelle</u>	p.34
<u>II. 2 Commande proportionnelle et intégrale</u>	p.35
<u>II. 3 Commande proportionnelle et dérivée</u>	p.36
<u>II. 3 Commande proportionnelle intégrale et dérivée</u>	p.36
<u>C) ASSERVISSEMENT DE VITESSE : REPONSE A UN ECHELON</u>	p.38
<u>I. MONTAGE</u>	p.38
<u>II. EXPERIMENTATION</u>	p.38
<u>II.1 Influence d'une commande proportionnelle</u>	p.38
<u>II.2 Influence d'une commande proportionnelle et intégrale</u>	p.40
<u>II.3 Influence d'une commande proportionnelle et dérivée</u>	p.41
<u>II.4 Influence d'une commande proportionnelle, intégrale et dérivée</u>	p.43
<u>Annexe 1 : Plan de la maquette ASSERVISSEMENT DE POSITION</u>	p.45
<u>Annexe 2 : Schéma de câblage de la maquette ASSERVISSEMENT DE POSITION :</u>	
<u>Etude avec correcteur PID</u>	p.47
<u>Annexe 3 : Schéma de câblage de la maquette ASSERVISSEMENT DE POSITION :</u>	
<u>Etude avec correcteur PID dans le cas d'une réponse à un échelon</u>	p.49
<u>Annexe 4 : Schéma de câblage de la maquette ASSERVISSEMENT DE POSITION :</u>	
<u>Etude avec correcteur PID et modification de l'inertie entraînée</u>	p.51
<u>Annexe 5 : Schéma de câblage de la maquette ASSERVISSEMENT DE POSITION :</u>	
<u>Etude avec correcteur PID et modification de la constante de temps électrique</u>	p.53