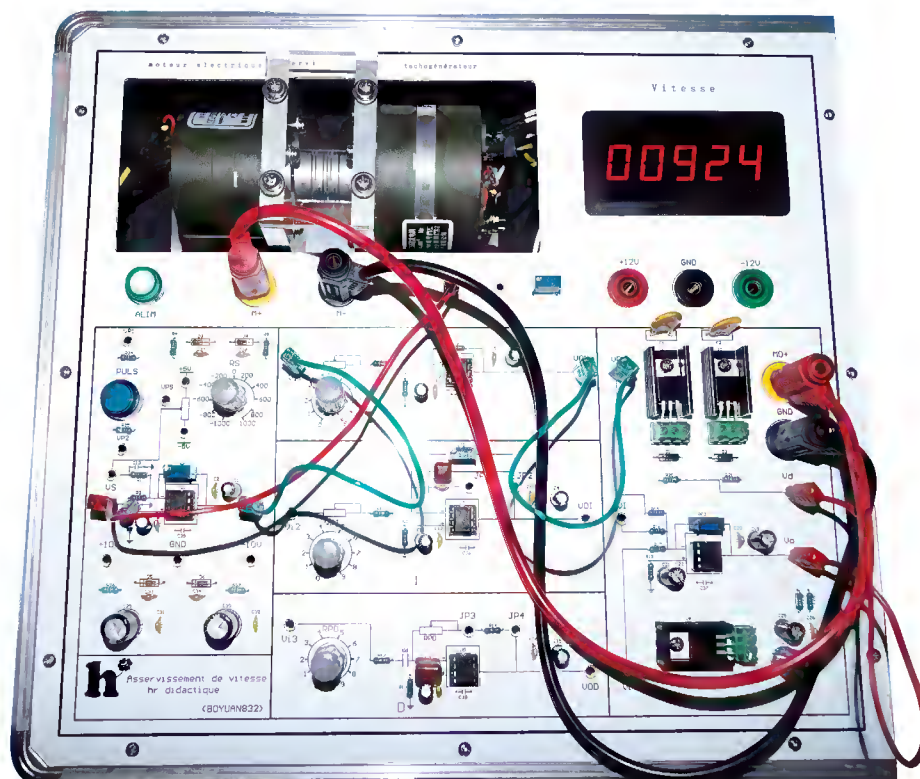


# NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

✂	ACTIVITÉ N°1: Asservissement de position (maquette SET)	109
✂	ACTIVITÉ N°2: Asservissement de position (maquette DMS 3787)	113
✂	ACTIVITÉ N°3: Asservissement de position (maquette ERD 050)	117
✂	ACTIVITÉ N°4: Asservissement de position (XK-AUT1004A ou BOYUAN831)	122
✂	ACTIVITÉ N°5: Asservissement de vitesse (maquette DMS 3786)	127
✂	ACTIVITÉ N°6: Asservissement de vitesse (maquette ERD 050)	131
✂	ACTIVITÉ N°7: Asservissement de vitesse (XK-AUT1003A ou BOYUAN832)	136



## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

### ACTIVITÉ N°1: Asservissement de position (maquette SET)

#### A. PRÉSENTATION DE LA MAQUETTE DIDACTIQUE

##### 1- Description

Cette maquette comprend:

- ✎ un moteur électrique à courant continu à aimant permanent;
- ✎ un capteur de position;
- ✎ une carte électronique faisant apparaître:
  - un sommateur inverseur;
  - une entrée de consigne de position angulaire  $\theta_c$ ;
  - un correcteur de gain type Proportionnel;
  - un étage de puissance;
  - une chaîne de retour comportant un inverseur.

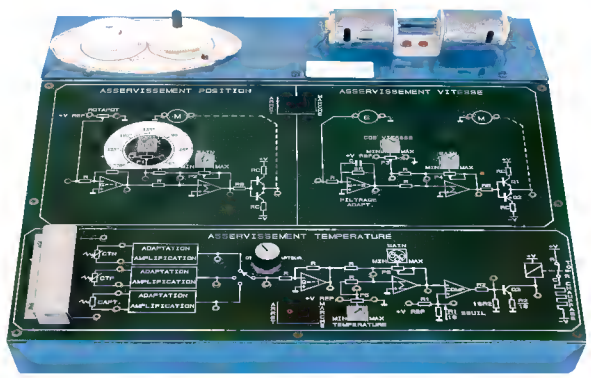


Fig. 1

##### 2- Schéma structurel

Le schéma structurel de cette maquette est le suivant:

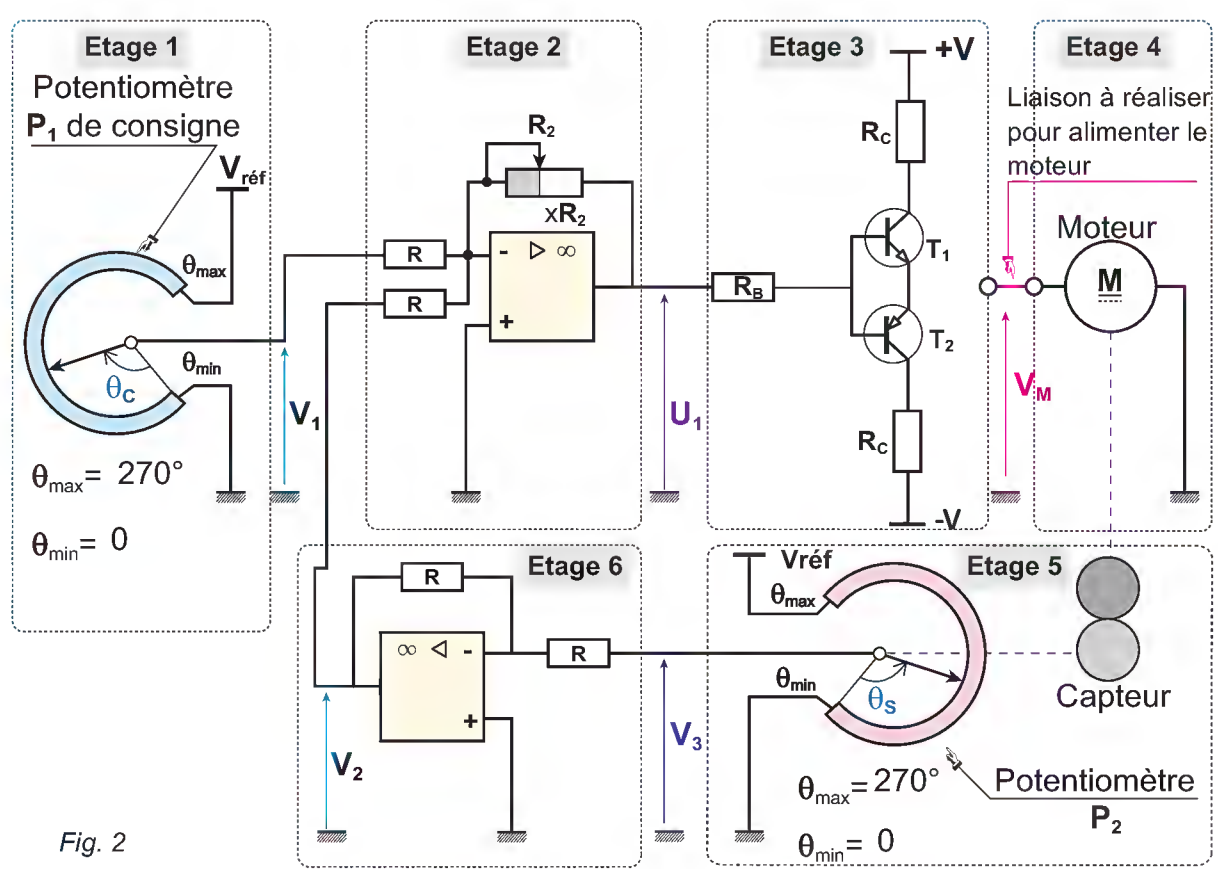


Fig. 2

### B. TRAVAIL DEMANDÉ

#### I- Etude théorique

1- Après lecture du schéma structurel, indiquer la nature de la grandeur physique à asservir.

.....

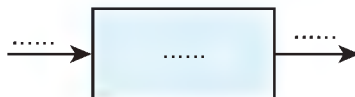
#### 2- Etude de l'étage 1

a- Le potentiomètre  $P_1$  est supposé linéaire, exprimer  $V_1$  en fonction de  $V_{réf}$  et  $\theta_c$  sachant que  $V_{réf} = 12V$  et  $\theta_{cmax} = 270^\circ$

.....  
.....

$$V_1 = \dots\dots\dots$$

b- Compléter le schéma fonctionnel relatif à cet étage



#### 3- Etude de l'étage 6

a- Exprimer la tension  $V_2$  en fonction de  $V_3$

.....  
.....

$$V_2 = \dots\dots\dots$$

#### 4- Etude de l'étage 2

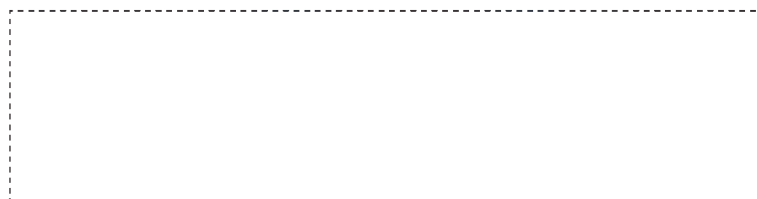
Le capteur qui fournit la tension  $V_3$  est supposé identique au potentiomètre  $P_1$ .

a- Exprimer la tension  $U_1$  en fonction de  $V_1$  et  $V_2$  puis en fonction de  $V_1$  et  $V_3$ .

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

$$U_1 = \dots\dots\dots$$

b- Traduire l'équation trouvée par un schéma fonctionnel.



AUTOMATIQUE

## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

### 5- Etude de l'étage 4

a- Rappeler dans le cas d'un moteur à excitation indépendante, la loi de variation de sa vitesse angulaire  $\Omega$  en fonction de  $V_M$  (On néglige  $R_a.I$  devant  $V_M$ ).

.....  
 .....  
 .....

b- Ecrire la relation entre la vitesse angulaire  $\Omega$  et la position angulaire  $\theta_s$

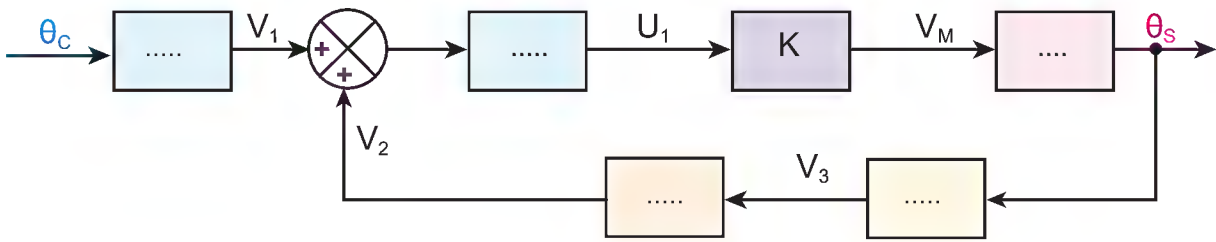
.....  
 .....

c- En déduire la relation  $\theta_s = f(V_M)$

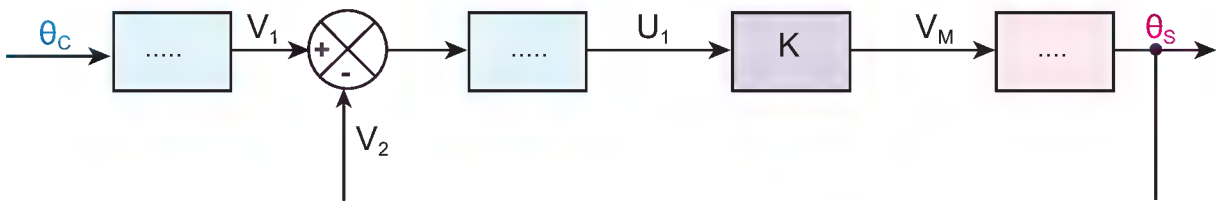
.....  
 .....

### 6- Etude de l'asservissement de position (on prendra $\theta_{min} = 0$ )

a- Compléter le schéma fonctionnel de ce système fonctionnant en boucle fermée

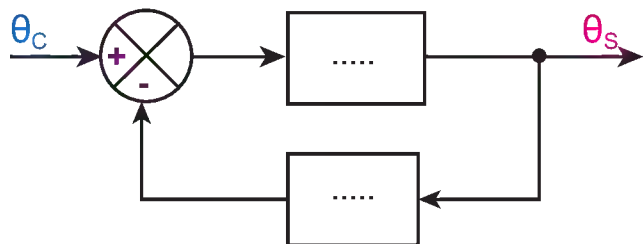


b- Transformer le schéma fonctionnel ci-dessus en remplaçant le sommateur par un comparateur.



c- Par la méthode de votre choix, simplifier le schéma fonctionnel précédent afin de le ramener au schéma ci-contre:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



Déduire la transmittance globale du système

.....  
 .....  
 .....

### II- Etude pratique

#### 1- Etude de l'étage 1

Mesurer la tension  $V_1$  pour les deux positions extrêmes du potentiomètre  $P_1$

$\theta_c$	$0^\circ$	$270^\circ$
$V_1$ (V)	.....	.....

#### 2- Etude de l'asservissement de position

a- Fonctionnement en boucle ouverte:

Faire fonctionner la maquette en boucle ouverte, observer et conclure.

.....  
 .....  
 .....  
 .....

b- Fonctionnement en boucle fermée:

✎ Faire fonctionner la maquette en boucle fermée, observer et conclure.

.....  
 .....  
 .....

✎ Faire tourner manuellement la roue d'un quart de tour puis la libérer. Observer le fonctionnement et conclure.

.....  
 .....  
 .....

c- Comparer les 2 modes de fonctionnement.

.....  
 .....  
 .....

## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

### ACTIVITÉ N°2: Asservissement de position (maquette DMS 3787)

#### I- Description de la maquette

Cette maquette comprend:

- ✂ un moteur électrique à courant continu à aimant permanent;
- ✂ un capteur de position;
- ✂ un disque métallique;
- ✂ une carte électronique faisant apparaître:
  - un comparateur;
  - une commande variable de **-5V à +5V** à laquelle est associée la consigne de position angulaire  $\theta_c$ .
  - trois correcteurs (**P**), (**I**) et (**D**) montés en aval d'un sommateur;
  - un sommateur inverseur;
  - un étage de puissance;
  - une chaîne de retour.

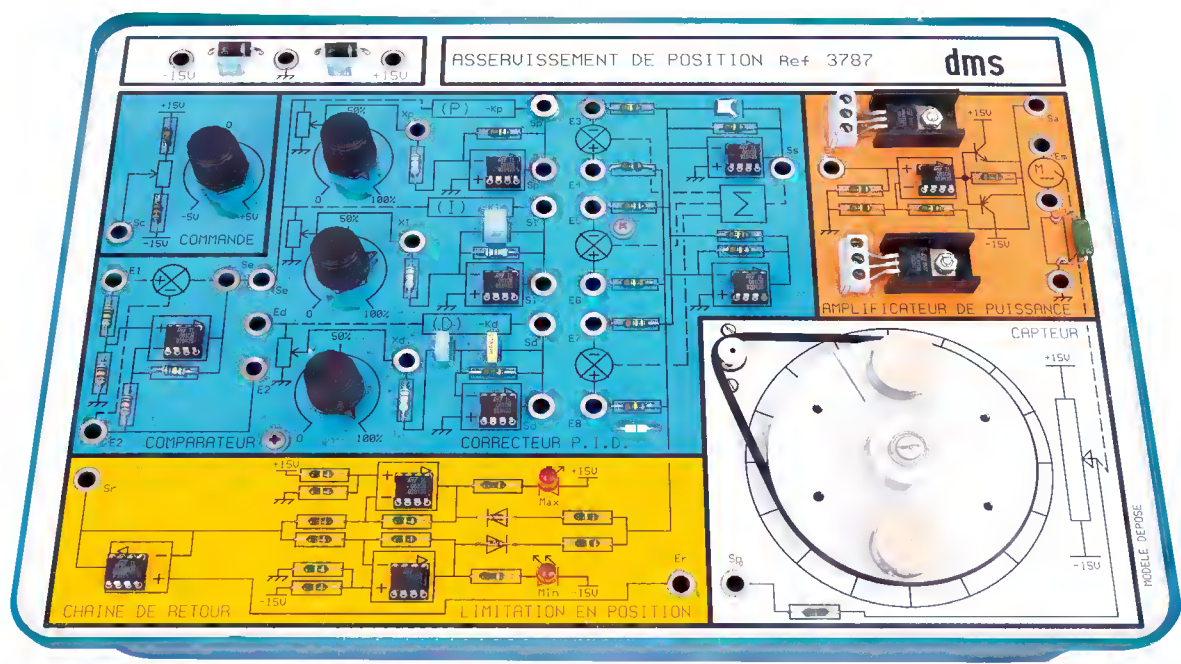


Fig. 3

#### II- Travail demandé

##### 1- Identification des entrées et des sorties

✂ Sur le tableau suivant, indiquer les différentes bornes d'entrée et de sortie de chaque bloc.

Blocs	borne(s) d'entrée(s)	borne(s) de sortie(s)
moteur	.....	.....
capteur	.....	<b>Spo</b>
consigne (commande)	.....	.....
sommateur inverseur	.....	<b>Ss</b>

amplificateur (Bloc P)	.....	Sp
étage de puissance	.....	.....
chaîne de retour	<b>Er</b>	.....

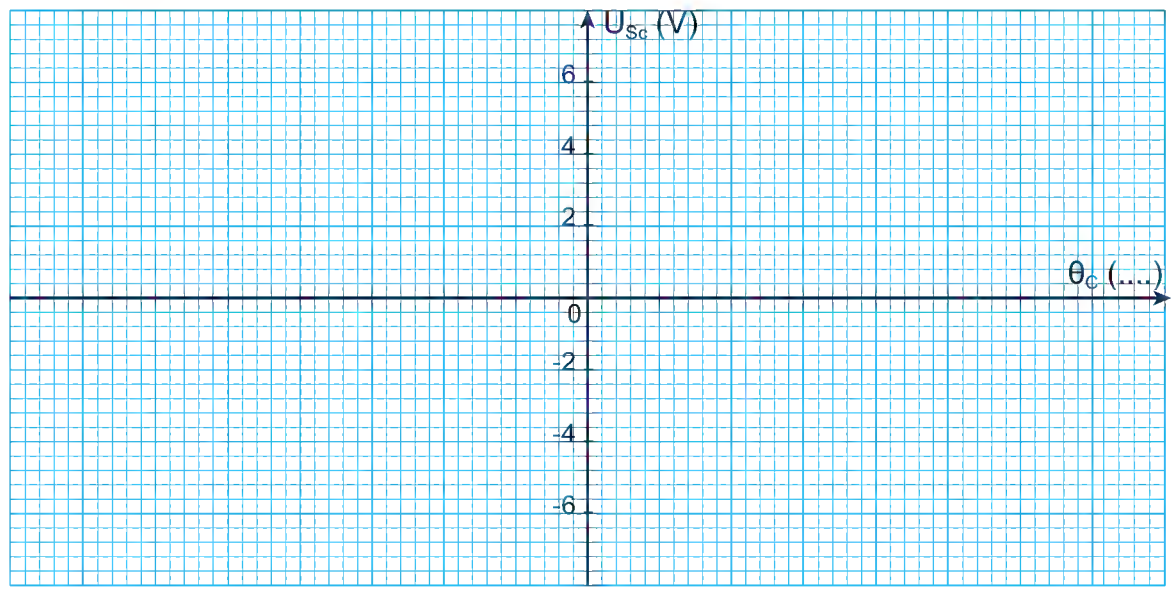
### 2- Etude du traducteur de consigne

- ✎ Débrancher la courroie.
- ✎ Alimenter la maquette avec une tension symétrique de **+15V** et **-15V**.
- ✎ Brancher un voltmètre digital entre les bornes **Sc** et la masse.

**a-** Agir sur le potentiomètre de consigne pour faire varier  $\theta_c$  entre les valeurs limites  $\theta_{min}$  et  $\theta_{max}$ . Sur le tableau suivant, relever la valeur de la tension  $U_{sc}$  correspondante à chaque valeur de  $\theta_c$  (en rad ou en °).

$\theta_c$ (....)	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....
$U_{sc}$ (V)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

**b-** Tracer la caractéristique  $U_{sc} = f(\theta_c)$



**c-** En déduire l'expression de  $U_{sc}$  en fonction  $\theta_c$ .

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**d-** Compléter alors le schéma fonctionnel correspondant à l'expression trouvée.



## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

### 3- Etude du capteur de position

- ✎ Réaliser la connexion entre  $Sp_0$  et  $Er$ .
- ✎ Brancher un voltmètre entre  $Sr$  et la masse (voir maquette).

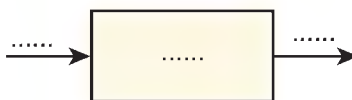
a- Tourner le disque manuellement entre ses positions extrêmes  $\theta_{s_{min}}$  et  $\theta_{s_{max}}$ .  
Sur le tableau suivant, relever la valeur de la tension  $U_{Sr}$  correspondante à chaque valeur de  $\theta_s$  (choisir la même unité que pour la consigne, rad ou °).

$\theta_s$ (....)	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....
$U_{Sr}$ (V)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

b- En déduire l'expression de  $U_{Sr}$  en fonction  $\theta_s$ .

.....  
.....

c- Compléter alors le schéma fonctionnel correspondant à l'expression trouvée.



### 4- Etude du comparateur

Réaliser les connexions suivantes:

- ✎ la borne  $S_c$  à la borne  $E1$ ;
- ✎ la borne  $S_{po}$  à la borne  $Er$ ;
- ✎ la borne  $S_r$  à la borne  $E2$ .

Brancher le voltmètre entre  $Se$  et la masse pour mesurer  $U_{Se}$ .

a- Faire tourner le disque manuellement et mesurer  $U_{Se}$  pour différentes valeurs de  $U_{Sc}$  et  $U_{Sr}$ , remplir le tableau suivant:

$U_{Sc}$ (V)	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....
$U_{Sr}$ (V)	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....
$U_{Se}$ (V)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

b- En déduire l'expression de  $U_{Se}$  en fonction de  $U_{Sc}$  et  $U_{Sr}$ .

.....  
.....

c- Que représente alors la tension  $U_{Se}$  ?

.....  
.....

d- Traduire cette relation par un schéma fonctionnel en faisant apparaître  $\theta_c$  et  $\theta_s$ .

.....  
.....

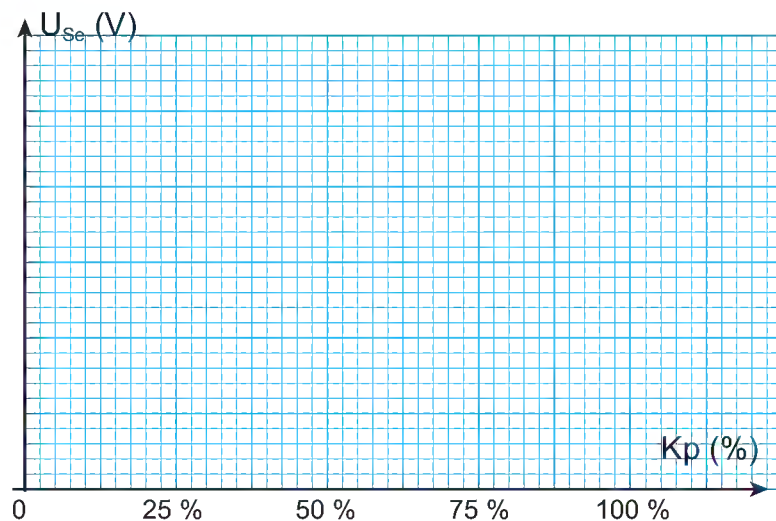


### 5- Etude du correcteur (bloc P)

- a- Réaliser les connexions (**Sp-E3**) , (**Ss-Ea**) et (**Sa-Em**) et brancher la courroie.
  - ✎ Brancher un voltmètre digital entre **Se** et la masse.
  - ✎ Régler  $\theta_c$  à **0** et agir sur la position du disque afin d'avoir une indication nulle sur le voltmètre.
- b- Positionner  $\theta_c$  à **90°** et relever la tension d'erreur  $U_{se}$  pour les différentes valeurs du gain **Kp** du bloc **P**.

<b>Kp (%)</b>	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
<b>U<sub>se</sub> (V)</b>	.....	.....	.....	.....	.....

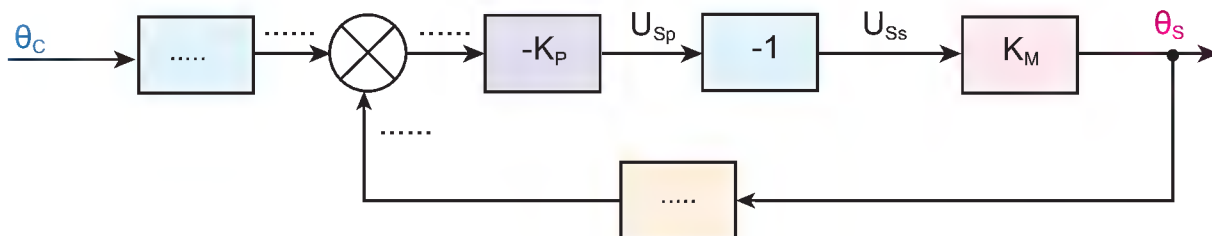
- c- Tracer la caractéristique de  $U_{se}$  en fonction de **Kp** en (%).



- d- Dédire l'effet de la variation de **Kp** sur l'erreur du système.
- .....

### 6- Schéma fonctionnel de l'asservissement

- a- Compléter le schéma fonctionnel suivant, en faisant apparaître clairement les différents blocs étudiés (sans tenir compte des blocs **(I)** et **(D)**) sachant que le processus (moteur + étage de puissance) est matérialisé par un bloc de gain **K<sub>M</sub>**.



- b- Dédire la transmittance globale du système.
- .....
- .....

### ACTIVITÉ N°3: Asservissement de position (maquette ERD 050)

#### I- Description de la maquette

Le pack ERD050 est un système didactique, destiné à l'étude expérimentale des systèmes asservis.

Il réalise un asservissement en vitesse ou en position, d'une charge mécanique entraînée en rotation par un moteur à courant continu.

Cette charge mécanique est programmable et est matérialisée par une génératrice à courant asservi. Elle permet de générer des perturbations (charge entraînée, frottement sec, fonction de la vitesse, du carré de la vitesse, ...).

Un disque gradué visualise les déplacements angulaires.

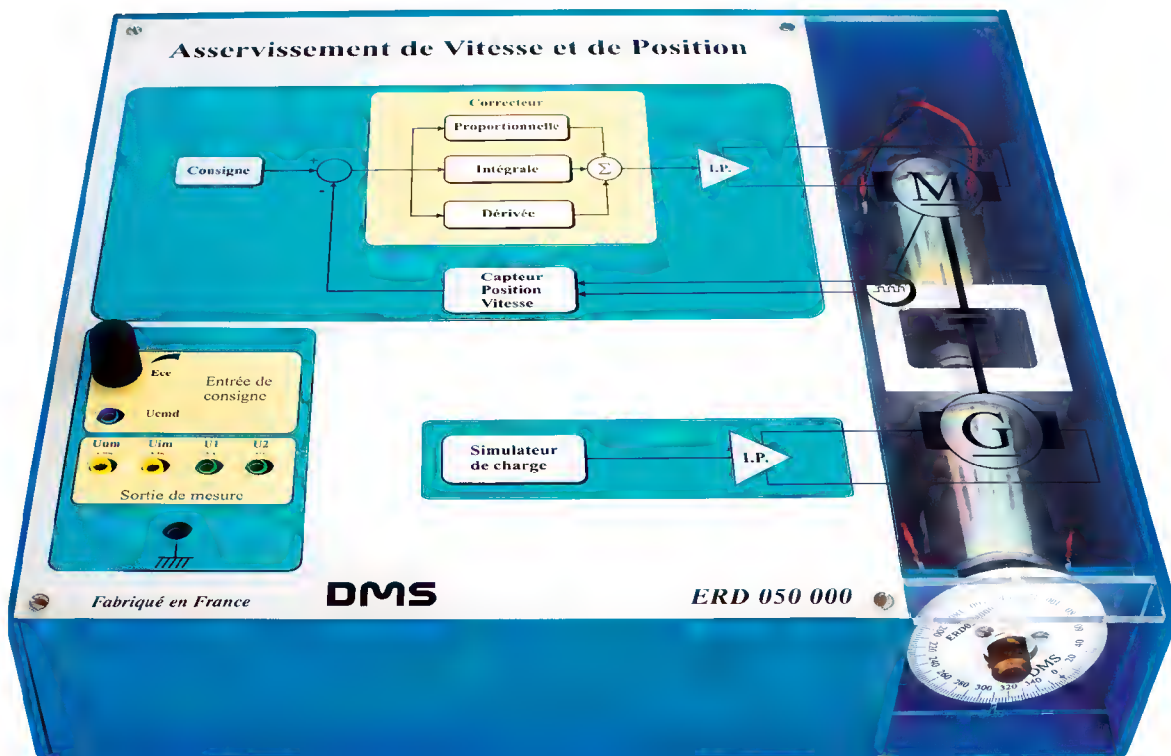


Fig. 4

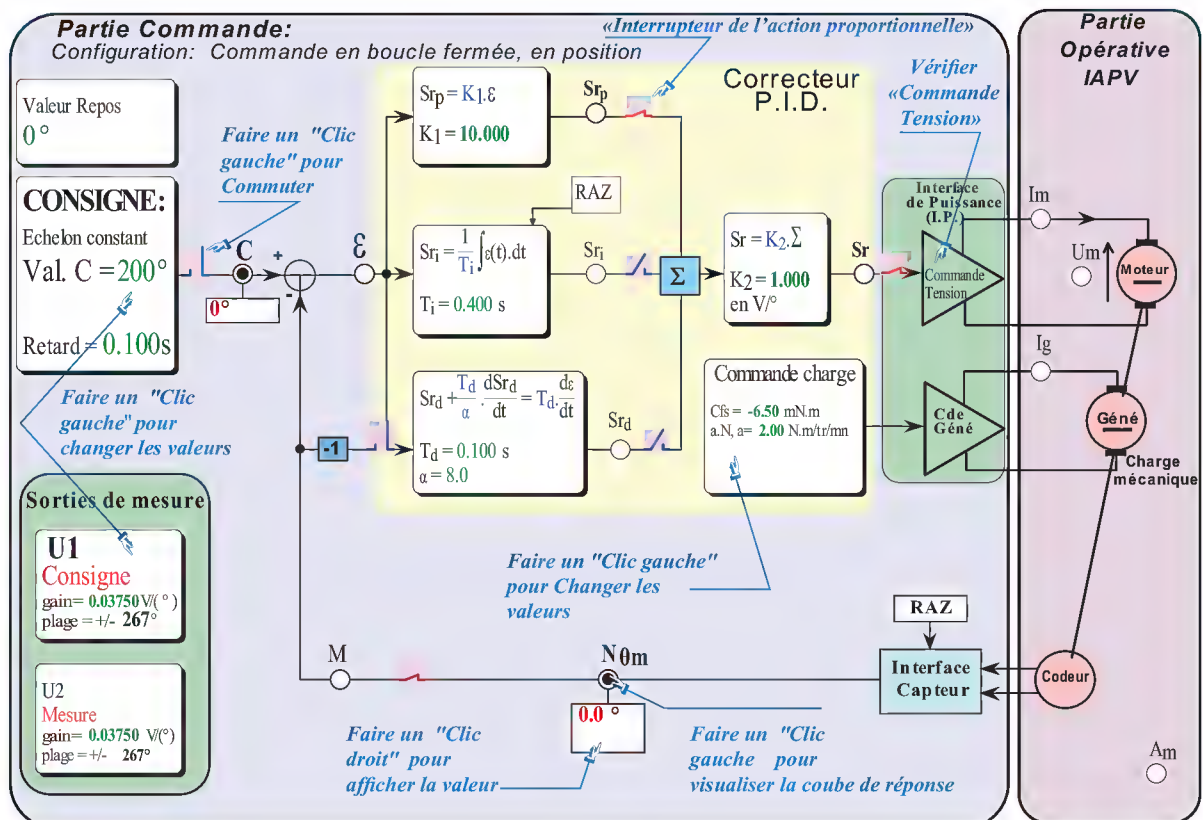
La gestion du système s'effectue au moyen du logiciel «D\_IAPV» «Introduction aux Asservissements de Position et de Vitesse» qui permet :

- de configurer le système;
- de piloter le moteur dans ses différents modes;
- de définir la caractéristique de couple;
- d'appliquer différents types de consigne;
- de visualiser les différentes grandeurs de manières statiques ou dynamiques.

### II- Asservissement de position

#### 1- Conditions d'essais et mode opératoire

- Alimenter la maquette par une tension continue de **24V**.
  - Brancher un voltmètre digital entre les bornes **U1** et la masse.
  - Lancer le logiciel **D-IAPV** par double-clic sur l'icône
- Ce schéma synoptique apparaît :



Configurer le système en boucle fermée avec correcteur PID : **Fig. 5**  
**Choisir → Mode de commande → Boucle fermée → PID position.**

Configurer l'interface de puissance en «commande Tension» :  
**Choisir → interface de puissance → commande tension**

Définir les paramètres de la caractéristique de couple à partir du bloc « **commande de charge** », on prendra **Cfs = -6,5 mN.m** et **a = 2 μN.m/ tr.mn<sup>-1</sup>**;

Définir la valeur de repos à **0°** en cliquant gauche sur le bloc « **valeur de repos** ».

Définir les coefficients **K1 = 10** et **K2 = 1** en cliquant gauche sur le bloc correspondant.

## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

### 2- Etude du traducteur de consigne

- ✎ Choisir  $U_1 = \text{Consigne}$  à partir du bloc vert «**Sortie de mesure**».
- ✎ Dans le même bloc «**Sortie de mesure**», régler la plage de variation de l'angle  $\theta_c$  en choisissant un coefficient de division  $2^n = 0$  soit une plage de  $\pm 267^\circ$ .

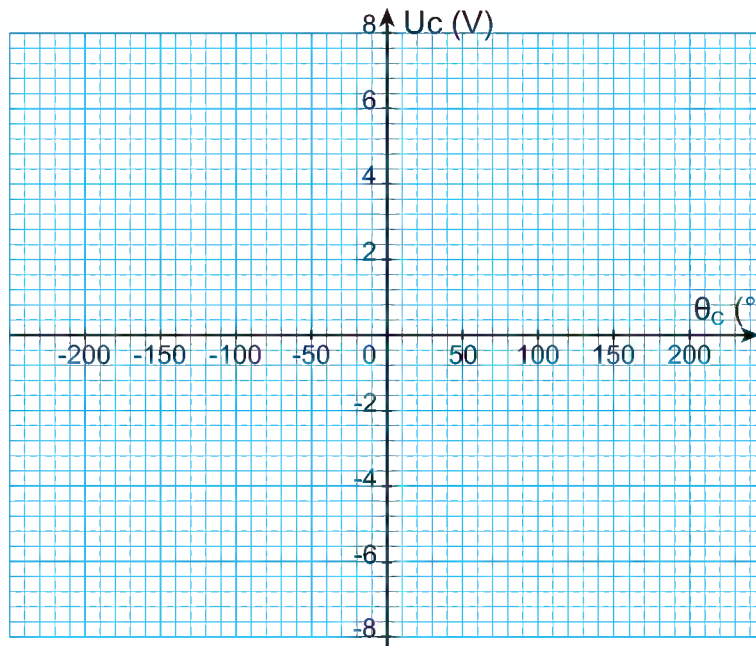
**NB:** Vous devez obtenir exactement la configuration de la figure précédente.

- ✎ Brancher un voltmètre digital entre les bornes  $U_1$  et la masse.
- ✎ A partir du bloc «**Consigne**» prendre des valeurs progressives de  $\theta_c$  et relever à chaque fois la valeur de  $U_c = U_1$  correspondante indiquée par le voltmètre après avoir fermé l'interrupteur de consigne (C).

**a-** Sur le tableau suivant, relever la valeur de la tension  $U_c$  correspondante à chaque valeur de  $\theta_c$ .

$\theta_c$ (°)	-200	-150	-100	-50	0	50	100	150	200
$U_c$ (V)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

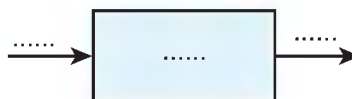
**b-** Tracer la caractéristique  $U_c = f(\theta_c)$



**c-** En déduire l'expression de  $U_c$  en fonction  $\theta_c$ .

.....  
.....

**d-** Représenter cette relation par un schéma fonctionnel



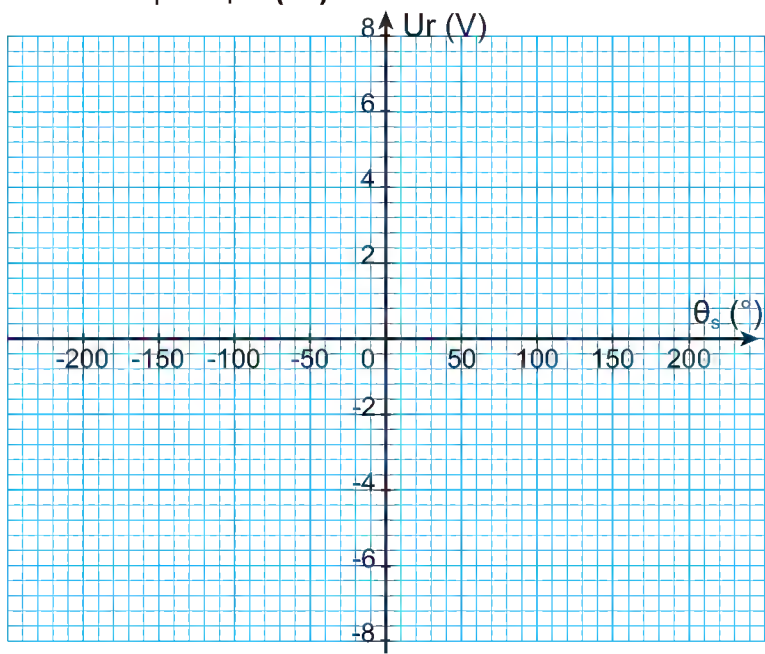
### 3- Etude du capteur de position en boucle ouverte

- ✎ Choisir  $U_1 = \text{position}$  à partir du bloc vert «*Sortie de mesure*»;
- ✎ Conserver la **plage de variation** de  $\pm 267^\circ$ ;
- ✎ Positionner manuellement le disque sur **0** et cliquer sur le bloc «**RAZ**», le volt-mètre qui est toujours branché entre les bornes  $U_1$  et la masse doit indiquer **0 Volt** et **M0m** affiché sur l'écran doit se trouver à **M0m = 0°**
- ✎ Faire tourner le disque manuellement en choisissant des valeurs progressives de  $\theta_s$  et relever à chaque fois la valeur de  $U_r = U_1$  correspondante indiquée par le voltmètre. Il vaut mieux revenir à **0** et refaire une «**RAZ**» après chaque mesure.

**a-** Sur le tableau suivant, relever la valeur de la tension  $U_r = U_1$  correspondante à chaque valeur de  $\theta_s$ .

$\theta_s$ (°)	-200	-150	-100	-50	0	50	100	150	200
$U_r$ (V)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

**b-** Tracer la caractéristique  $U_r = f(\theta_s)$



**c-** En déduire l'expression de  $U_r$  en fonction  $\theta_s$ .

.....  
 .....

**d-** Représenter cette relation par un schéma fonctionnel



### 4- Etude du comparateur en boucle fermée

**Conditions de l'essai et mode opératoire:**

- ✎ La caractéristique de charge étant toujours à  $Cfs = -6.5 \text{ mN.m}$  et  $a = 2 \mu\text{N.m/tr.mn}^{-1}$ ;

## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

- ✎ définir la valeur de repos à  $0^\circ$  en «**Cliquant gauche sur le bloc**»;
- ✎ veiller à ce que les interrupteurs de sortie **Srp** et **Sr** soient fermés.
- ✎ choisir  **$U_1$ =position** à partir du bloc vert «**Sortie de mesure**»;
- ✎ choisir  **$U_2$ =Ecart** à partir du bloc vert «**Sortie de mesure**»;
- ✎ brancher un voltmètre digital entre les bornes  **$U_1$**  et la masse et un deuxième entre  **$U_2$**  et la masse;
- ✎ repositionner manuellement le disque à **0** et cliquer sur «**RAZ**»  $\Rightarrow M\theta_m=0^\circ$  et cela pour chaque valeur de la consigne;

**a-** Remplir le tableau de mesures suivant en utilisant les mêmes valeurs de  **$\theta_c$**  et de  **$U_c$**  mesurées précédemment et relever pour chaque valeur de  **$\theta_c$**  les valeurs de  **$U_1=U_r$**  et  **$U_2=U_\epsilon$**  indiquées respectivement par les voltmètres 1 et 2 après avoir fermé les interrupteurs de retour et de consigne (**M**) et (**C**).

<b><math>\theta_c</math> (<math>^\circ</math>)</b>	-200	-150	-100	0	100	150	200
<b><math>U_c</math> (V)</b>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<b><math>U_r = U_1</math> (V)</b>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<b><math>U_\epsilon = U_2</math> (V)</b>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....


**b-** En déduire  **$U_\epsilon$**  en fonction de  **$U_c$**  et  **$U_r$** .

.....  
.....

**c-** Que représente  **$U_\epsilon$**  ?

.....

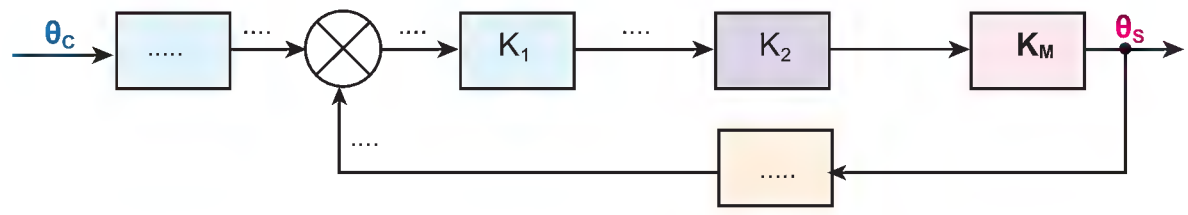
**d-** Fixer  **$K_2$**  à **1**,  **$\theta_c$**  à  **$100^\circ$**  et relever la valeur de  **$U_\epsilon = U_2$**  pour les valeurs suivantes de  **$K_1$** : **2**, **5**, et **10** puis déduire l'effet de la variation du gain de ce bloc sur l'erreur du système.

Après chaque mesure, il faut repositionner le disque sur **0**, faire une **RAZ** de «**l'interface capteur**» et visualiser la courbe de réponse en cliquant sur: 

.....  
.....

### 5- Schéma fonctionnel

**a-** Compléter le schéma fonctionnel sans les blocs (**I**) et (**D**) sachant que le processus (moteur + étage de puissance) est matérialisé par un bloc de gain  **$K_M$** .



**b-** Déduire la transmittance globale du système.

.....  
.....

### ACTIVITÉ N°4: Asservissement de position (XK-AUT1004A ou BOYUAN831)

#### I- Description de la maquette

Cette maquette est identique à celle de référence BOYUAN831, elle comprend:

- ✎ un moteur électrique à courant continu à aimant permanent;
- ✎ un capteur de position;
- ✎ un disque métallique;
- ✎ une carte électronique faisant apparaître:
  - deux sommateurs inverseurs;
  - une commande variable de  $-5V$  à  $+5V$  à laquelle est associée la consigne de position angulaire  $\theta_c$ .
  - une commande appelée (**PULS**) permettant d'introduire une perturbation
  - trois blocs correcteurs nommés respectivement (**P**), (**I**) et (**D**);
  - un étage de puissance;
  - un afficheur de l'angle de sortie  $\theta_s$ .

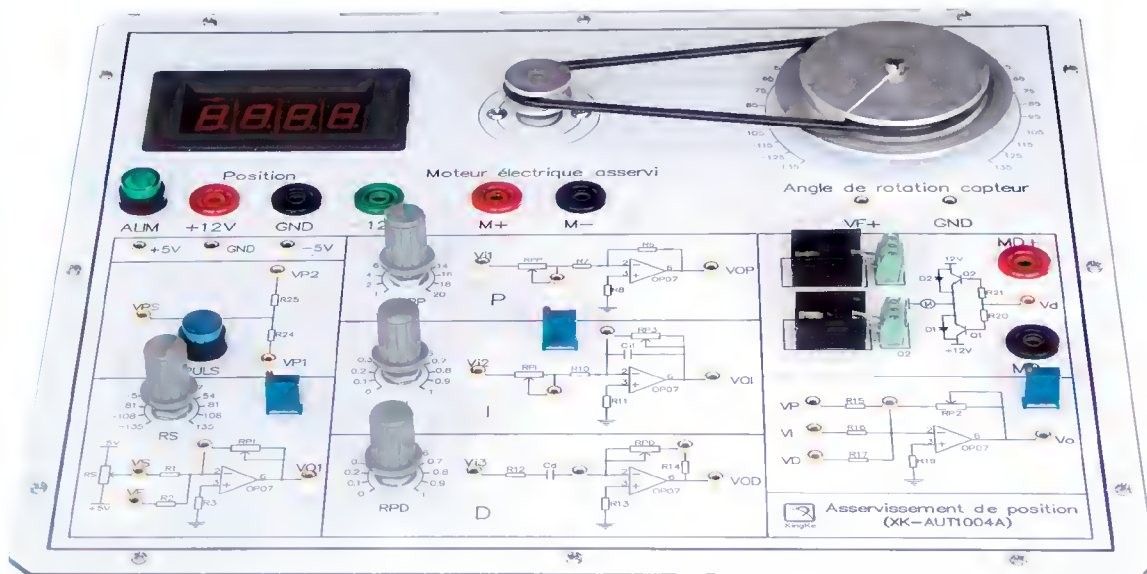


Fig. 6

#### II- Travail demandé

##### 1- Identification des entrées/sorties

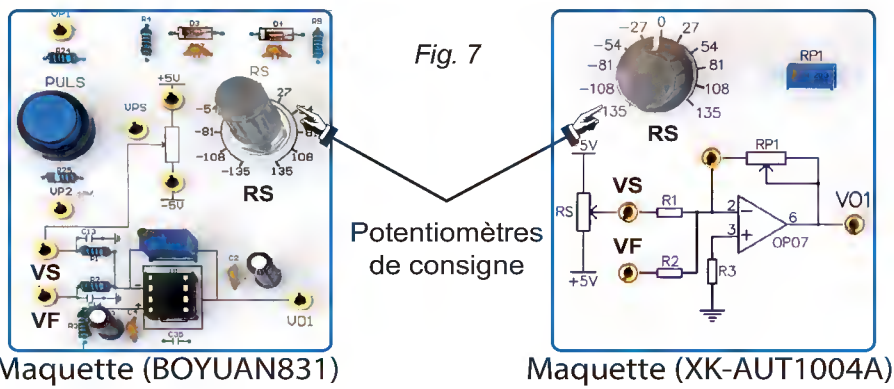
- ✎ Sur le tableau suivant, indiquer les différentes bornes d'entrée et de sortie de chaque bloc.

Blocs	borne(s) d'entrée(s)	borne(s) de sortie(s)
moteur	.....	
capteur		<b>VF+</b>
consigne (RS)		.....
sommateur inverseur 1	.....	<b>VO1</b>
sommateur inverseur 2	.....	.....
amplificateur (Bloc P)	.....	<b>VOP</b>
étage de puissance	<b>Vd</b>	.....

## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

### 2- Etude du traducteur de consigne

- Brancher un voltmètre digital entre la borne **VS** et la masse (GND) et alimenter la maquette.
- Agir sur le potentiomètre de consigne (**RS**) pour faire varier  $\theta_c$  entre les valeurs limites  $\theta_{min}$  et  $\theta_{max}$ .



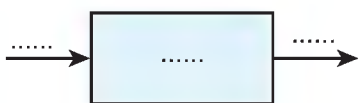
a- Sur le tableau suivant, relever la valeur de la tension **Vs** correspondante à chaque valeur de  $\theta_c$ .

$\theta_c$ (°)	-135	0	135
Vs (V)	.....	0	.....

b- En déduire l'expression de **Vs** en fonction  $\theta_c$ .

.....  
.....

c- Représenter cette relation par un schéma fonctionnel



d- Déduire la fonction assurée par ce bloc dans le système asservi.

.....

### 3- Etude du capteur

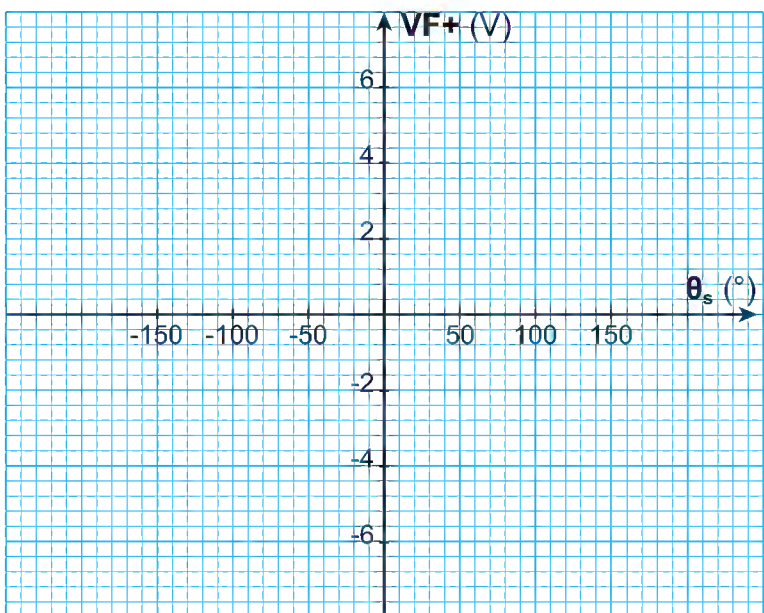
- Débrancher la courroie.
- Brancher un voltmètre digital entre **VF+** et la masse (GND).
- Alimenter la maquette.
- Faire tourner le disque manuellement pour faire varier l'angle  $\theta_s$  affiché sur les afficheurs 7 segments et relever les valeurs correspondantes de la tension **VF+**.

a- Compléter le tableau suivant:

$\theta_s$ (°)	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....
VF+ (V)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....



b- Tracer la caractéristique  $V_{F+} = f(\theta_s)$ .



c- Exprimer  $V_{F+}$  en fonction de  $\theta_s$ .

.....  
.....

d- Représenter cette relation par un schéma fonctionnel.



e- Dédire la fonction assurée par ce bloc dans le système asservi.

.....

### 4- Etude du sommateur 1

Pour le premier essai de la maquette, il faut s'assurer que la résistance variable  $RP1$  du sommateur 1 est réglée à  $10\text{ K}\Omega$ .

Si non, il faut l'ajuster à l'aide d'un petit tourne vis pour obtenir  $R_1=R_2=RP_1 = 10\text{ K}\Omega$ .

Refaire la même chose pour le sommateur 2.

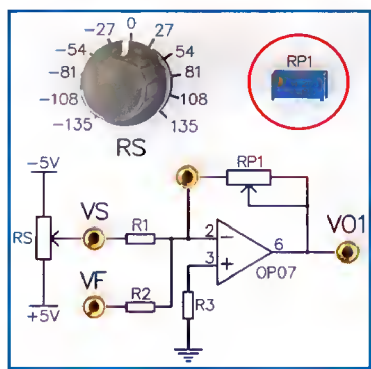


Fig. 8

a- La courroie étant toujours débranchée. Relier  $V_{F+}$  à  $V_F$  et à l'aide d'un voltmètre digital et pour les différentes valeurs des tensions  $V_S$  et  $V_{F+}$  mentionnées dans le tableau suivant mesurer la tension  $V_{O1}$ .

## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

<b>VS (V)</b>	-4	-3	-2	0	2	3	4
<b>VF (V)</b>	-1	-1	-1	0	1	1	1
<b>VO1 (V)</b>	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....

**b-** Exprimer **VO1** en fonction de **VS** et **VF**.

.....

**c-** Quelle est la fonction réalisée par ce montage ?

.....

**d-** Traduire cette relation par un schéma fonctionnel.

.....  
.....  
.....

### 5- Etude de l'asservissement de position en boucle fermée

**a-** Remettre la courroie et ajouter les connexions suivantes:

- ✎ la borne **VF+** à la borne **VF**;
- ✎ la borne **VO1** à la borne **Vi1**;
- ✎ la borne **VOP** à la borne **VP**;
- ✎ la borne **VO** à la borne **Vd**;
- ✎ la borne **M+** à la borne **MD+**;
- ✎ la borne **M-** à la borne **MD-**.

**NB:** pour la maquette **BOYUAN831**, la borne **M-** sera reliée à la borne **GND** de l'étage de puissance.

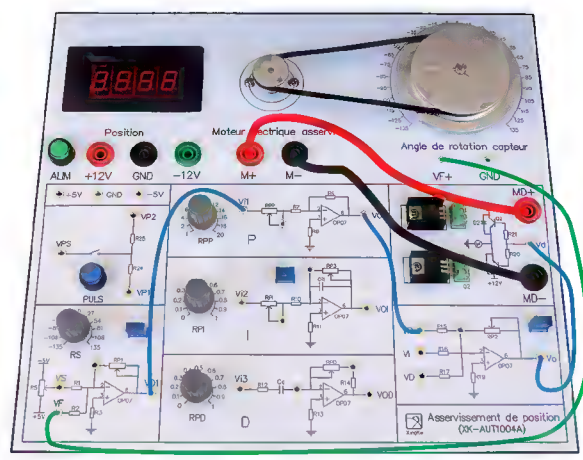


Fig. 9

**b-** Alimenter la maquette.

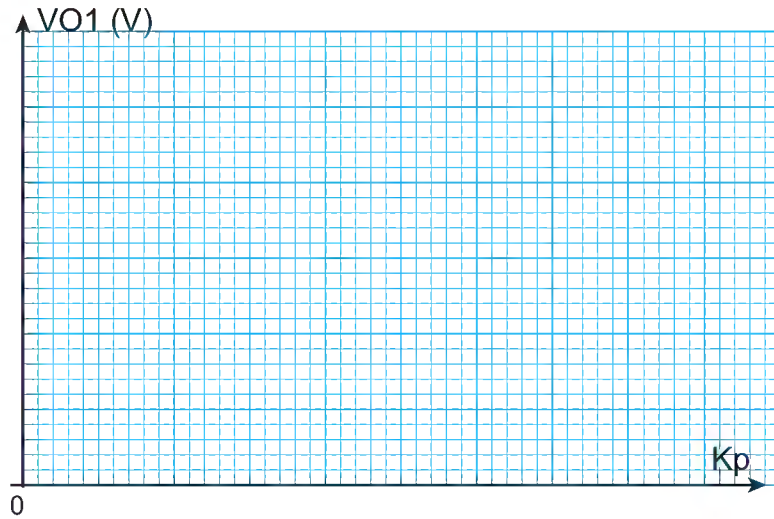
**c-** Réaliser les réglages suivants:

- ✎ Brancher un voltmètre digital entre **VS** et la masse (**GND**) et à l'aide du potentiomètre (**RS**), régler **VS** image de  $\theta_c$  à **0V**;
- ✎ Brancher maintenant le voltmètre digital entre **VF** et la masse (**GND**) et manipuler manuellement le disque afin d'avoir une indication nulle sur le voltmètre.

**d-** Brancher le voltmètre digital entre **VO1** et la masse (**GND**). Positionner  $\theta_c$  à **90°** en manipulant le potentiomètre (**RS**) et relever la tension d'erreur **VO1** pour les différentes valeurs du gain **Kp** du bloc **P** (**ne jamais faire marche arrière**).

<b>Kp</b>	.....	.....	.....	.....
<b>VO1 (V)</b>	.....	.....	.....	.....

e- Tracer la caractéristique de **VO1** en fonction de **Kp**.



f- Dédure l'effet de la variation de **Kp** (Gain de l'amplificateur) sur l'erreur du système et exprimer **VOP** en fonction de **Vi1**.

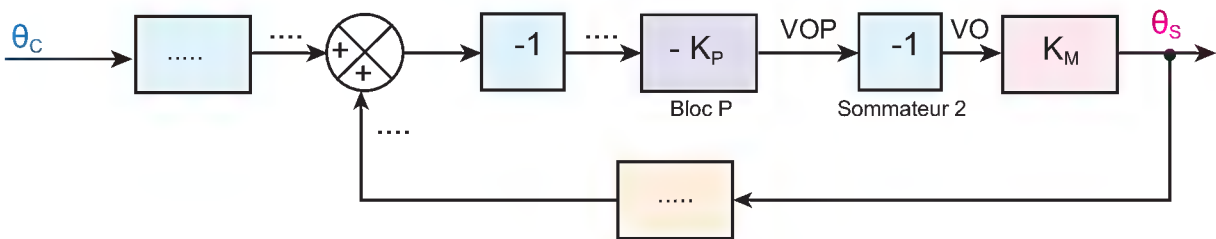
.....

g- La maquette étant toujours alimentée, relier **VP1** à **+5V**, **VP2** à **-5 V**, **VPS** à **VS** et observer la réaction du système face à une perturbation introduite par l'action sur le bouton **PULS** et compléter la conclusion suivante:

On appelle **régulation**, un système asservi qui doit maintenir ..... constante conformément à la ..... qui, elle aussi est constante indépendamment des .....

### 6- Schéma fonctionnel de l'asservissement

a- Compléter le schéma fonctionnel ci-dessous, en faisant apparaître clairement les différents blocs étudiés (sans tenir compte des blocs **(I)** et **(D)**) sachant que le processus (moteur + étage de puissance) est matérialisé par un bloc de gain **K<sub>M</sub>**.



b- En déduire la transmittance globale du système.

.....

.....

.....

### ACTIVITÉ N°5: Asservissement de vitesse (maquette DMS 3786)

#### 1- Description de la maquette

Cette maquette comprend:

- ✎ un moteur électrique à courant continu à aimant permanent;
- ✎ une charge mécanique, matérialisée par une génératrice à courant continu;
- ✎ une carte électronique faisant apparaître:
  - ◆ un comparateur;
  - ◆ une commande variable entre **0** et **10V** à laquelle est associée la consigne de vitesse  $n_c$ .
  - ◆ un sommateur;
  - ◆ un étage de puissance;
  - ◆ une chaîne de retour;
  - ◆ un circuit correcteur.

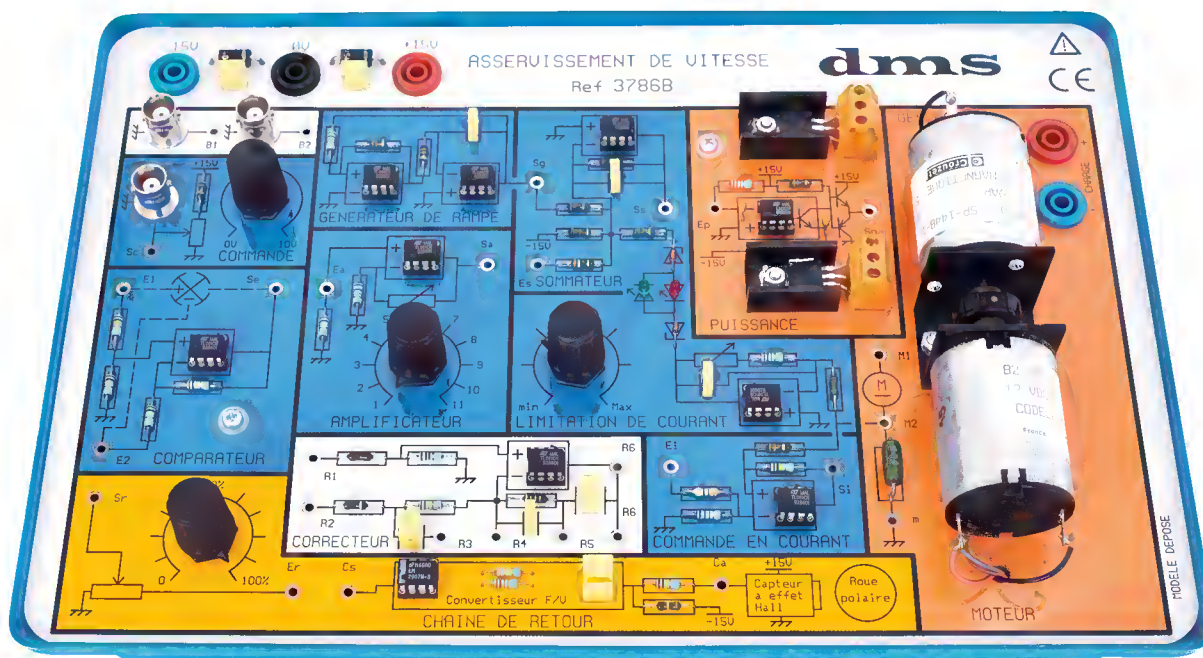


Fig. 10

#### 2- Schéma fonctionnel

On donne ci-dessous le schéma fonctionnel simplifié de la maquette.

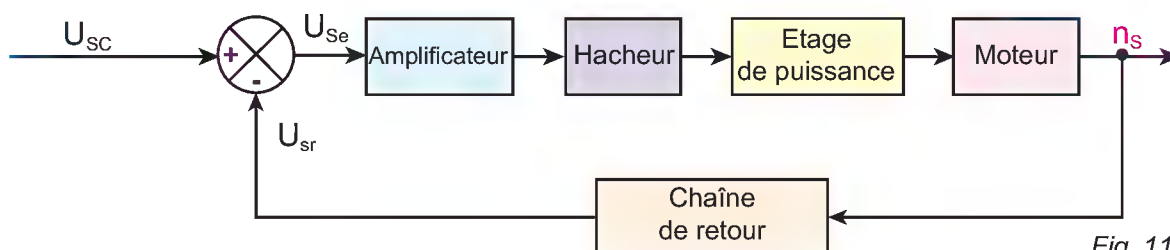


Fig. 11

### 3- Etude de la chaîne de retour

La chaîne de retour est constituée par un ensemble d'éléments permettant de convertir la vitesse du groupe en une tension continue au moyen d'un convertisseur intégré vitesse-tension. L'information à convertir est disponible à la borne **Ca**. La tension image de la vitesse est disponible à la borne **Cs**.

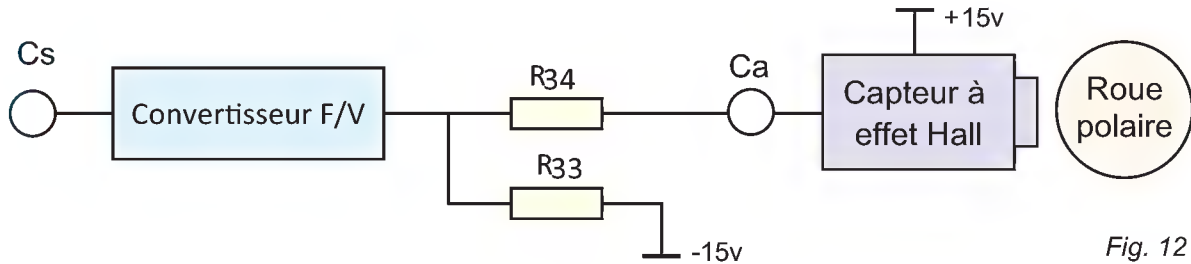


Fig. 12

La chaîne de retour est complétée par un diviseur de tension permettant de réinjecter une fraction de la tension image de la vitesse.

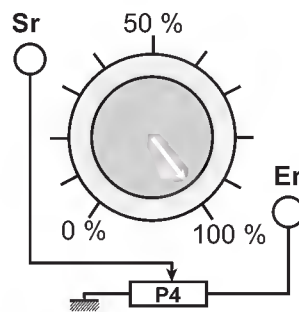


Fig. 13

a- Réaliser les connexions suivantes:

- ✎ (Sc à Ea), (Ss à Ep), (Sa à Es), (Sp à M1).
- ✎ Relier la commande de la consigne (Sc) à la voie X de l'oscilloscope.
- ✎ La voie Y sera reliée pour chaque valeur de la tension de consigne à la sortie (Ca) du capteur à effet Hall pour mesurer la période Tca (en secondes), puis à la sortie (Cs) du convertisseur fréquence/tension (F/V) pour mesurer la tension Ucs.
- ✎ La vitesse de rotation du moteur en (tr/min) est donnée par la relation suivante:

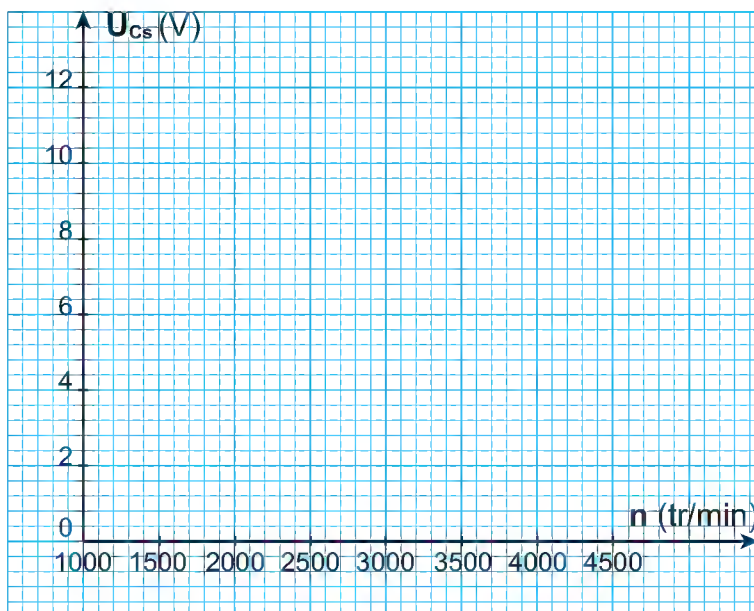
$$n = \frac{12}{T_{ca}} \quad \left\{ \begin{array}{l} n \text{ en tr/min} \\ T_{ca} \text{ en S} \end{array} \right.$$

b- Compléter le tableau de valeurs suivant:

$U_{Sc} = U_a$ (V)	0	2,5	5	7,5	10
$T_{Ca}$ (ms)	.....	.....	.....	.....	.....
n (tr/min)	.....	.....	.....	.....	.....
$U_{Cs}$ (V)	.....	.....	.....	.....	.....

## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

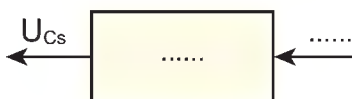
c- Tracer  $U_{Cs}$  en fonction de  $n$ .



d- Exprimer  $U_{Cs}$  en fonction de  $n$ .

.....  
.....

e- Compléter le schéma fonctionnel correspondant.



### 4- Etude du comparateur et du correcteur

- ✎ Relier les bornes: **Sc** à **E1**, **Cs** à **Er**, **Sr** à **E2**, **Se** à **Ea**, **Sa** à **Es**, **Ss** à **Ep**, **Sp** à **M1** et fixer **P4** (potentiomètre de la chaîne de retour) à **100%**.
- ✎ Brancher un voltmètre digital entre **Se** et la masse.
- ✎ Visualiser à l'oscilloscope les tensions **U<sub>sc</sub>** et **U<sub>sr</sub>**.
- ✎ Fixer une consigne **U<sub>sc</sub> = 8V**, faire varier le gain **K<sub>p</sub>** de l'amplificateur proportionnel de 1 à 11 et relever à l'aide d'un voltmètre la valeur de l'erreur correspondante (**U<sub>se</sub>**).

K <sub>p</sub>	1	4	8	11
U <sub>se</sub> (V)	.....	.....	.....	.....
U <sub>sc</sub> (V)	.....	.....	.....	.....
U <sub>sc</sub> - U <sub>sr</sub>	.....	.....	.....	.....

**f-** Comparer la tension **Use** à la différence (**Usc – U<sub>sr</sub>**) en mettant en évidence **Kp** puis conclure.

.....  
 .....

**g-** Dédurre l'effet de la variation de **Kp** (gain de l'amplificateur) sur l'erreur du système.

.....  
 .....

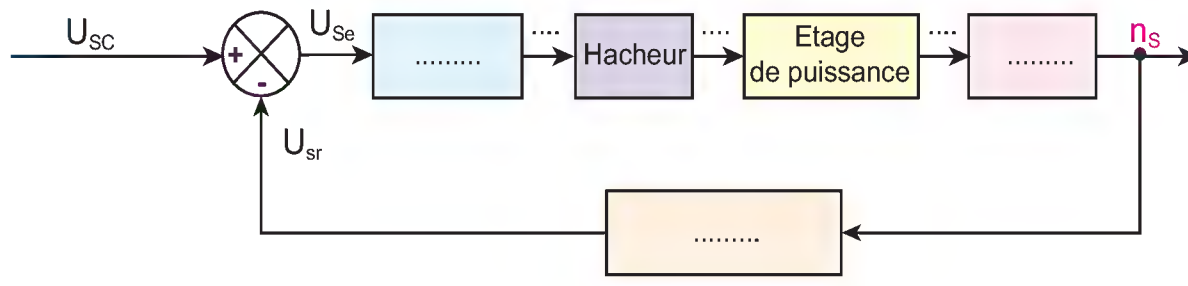
**5-** Schéma fonctionnel du système

Si on néglige la résistance de l'induit du moteur à courant continu, la tension **U<sub>sp</sub> = K.n** avec **U<sub>sp</sub>** en volt et **n** en tr/min.

**a-** Pour une valeur de **n = 2000 tr/min** , mesurer à l'aide d'un voltmètre la tension **U<sub>sp</sub>** puis calculer **K** .

.....  
 .....

**b-** Compléter le schéma fonctionnel de ce système



**c-** En admettant que le hacheur possède un coefficient de transfert (**α**) et que l'étage de puissance possède un coefficient (**A**), donner l'expression de la transmittance globale du système.

.....  
 .....

### ACTIVITÉ N°6: Asservissement de vitesse (maquette ERD 050)

#### I- Description de la maquette

Le pack ERD050 est un système didactique complet, destiné à l'étude expérimentale de systèmes asservis.

Il réalise un asservissement en vitesse ou en position d'une charge mécanique en rotation entraînée par un moteur à courant continu.

Cette charge mécanique est programmable et est matérialisée par une génératrice à courant asservi. Elle permet de générer des perturbations (charge entraînée, frottement sec, fonction de la vitesse, du carré de la vitesse, ...). Un disque gradué visualise les déplacements angulaires.

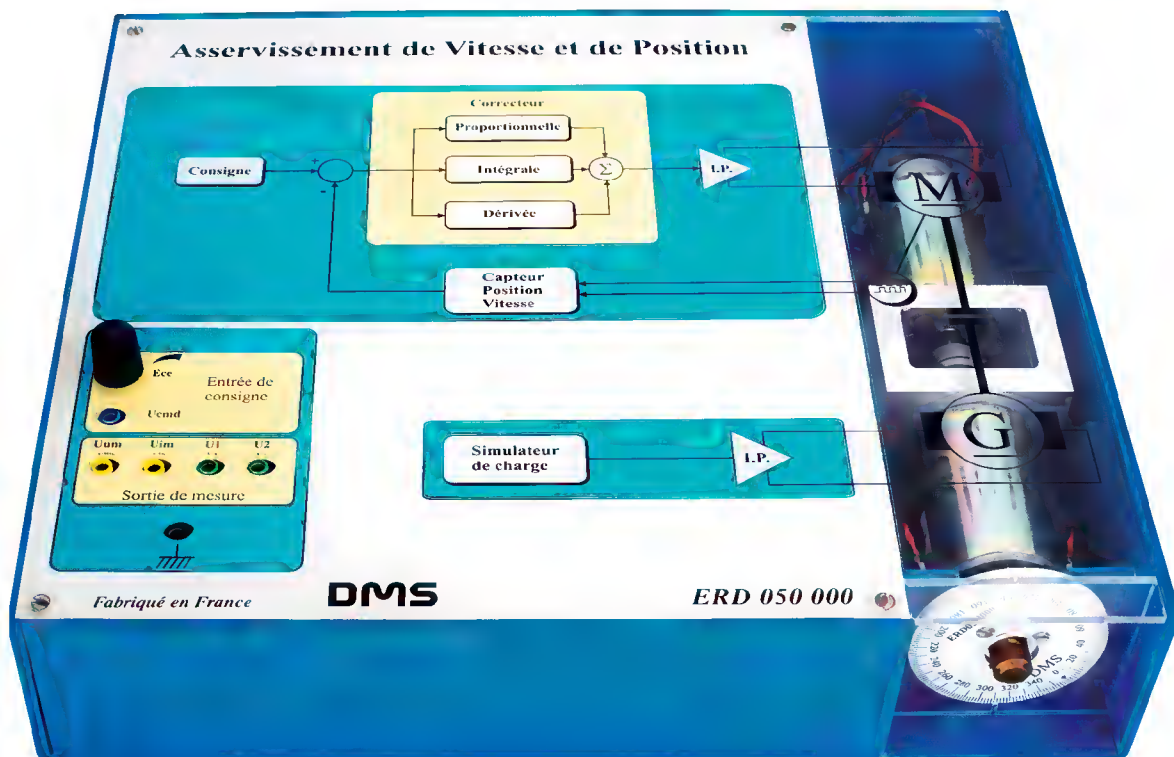


Fig. 14

La gestion du système s'effectue au moyen du logiciel «**D\_IAPV**» «Introduction aux Asservissements de **P**osition et de **V**itesse » qui permet :

- configurer le système;
- de piloter le moteur dans ses différents modes;
- de définir la caractéristique de couple;
- d'appliquer différents types de consigne;
- de visualiser les différentes grandeurs de manières statiques ou dynamiques.



### II- Asservissement de vitesse

#### 1- Conditions d'essais et mode opératoire

- Alimenter la maquette par une tension continue de **24V**.
- Brancher un voltmètre digital entre les bornes **U1** et la masse.
- Lancer le logiciel **D-IAPV** par double-clic- sur l'icône



Le schéma synoptique suivant apparaît :

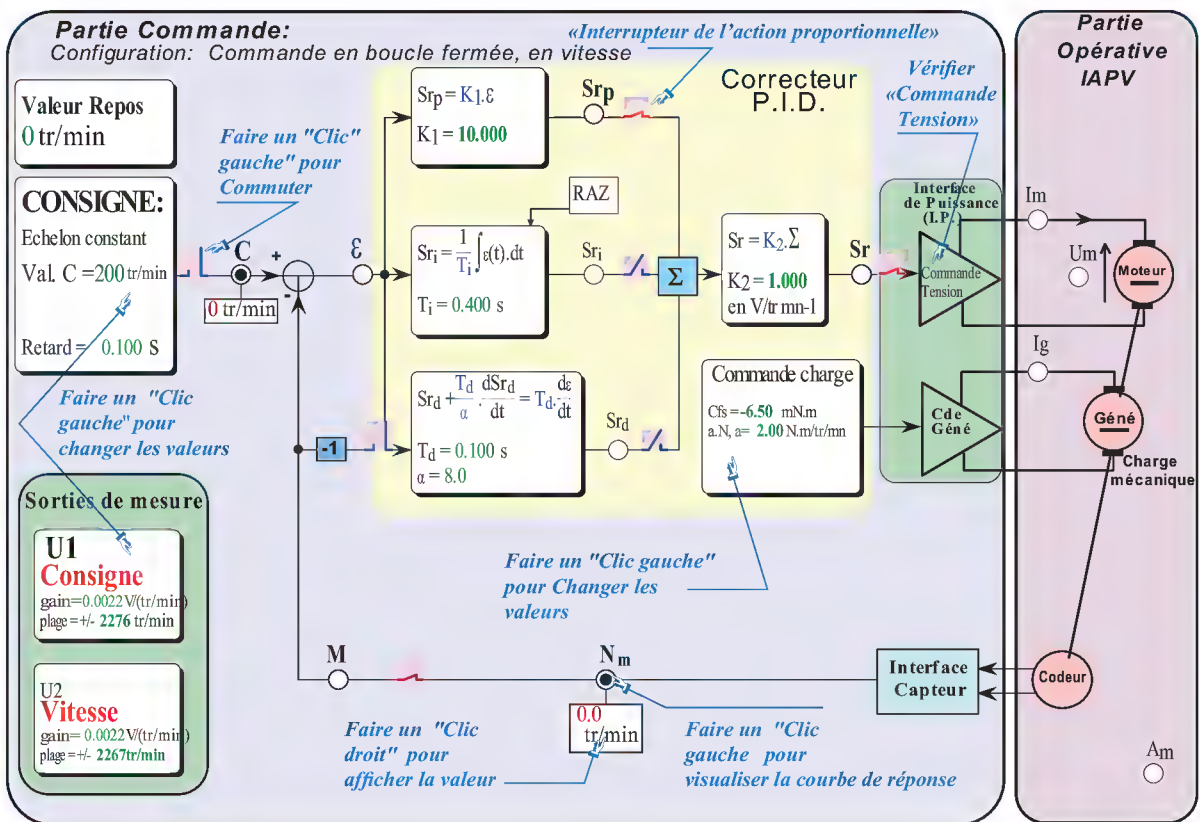


Fig. 15

- Configurer le système en boucle fermée avec correcteur PID :  
**Choisir → Mode de commande → Boucle fermée → PID vitesse.**
- Configurer l'interface de puissance en « commande Tension » :  
**Choisir → interface de puissance → commande tension**
- Définir les paramètres de la caractéristique de couple à partir du bloc «**commande de charge**», on prendra **Cfs = -6,5 mN.m** et **a=2 μN.m/ tr.mn<sup>-1</sup>**;
- Définir la valeur de repos à **0 tr/min** en cliquant gauche sur le bloc «**valeur de repos**».
- Définir les coefficients **K1= 10** et **K2 = 1** en cliquant gauche sur le bloc correspondant.

## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

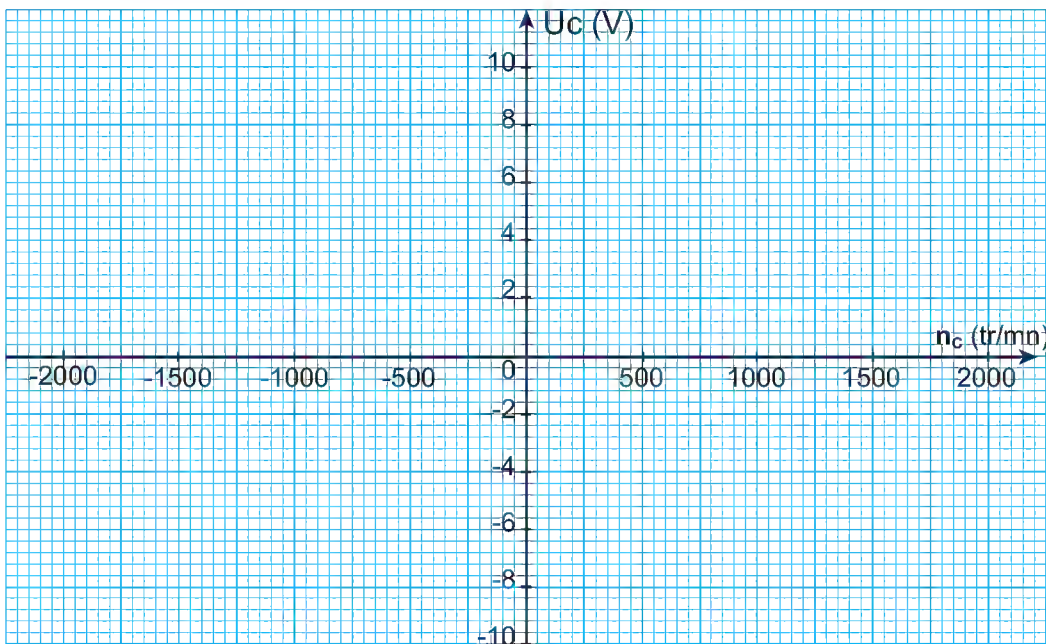
### 2- Etude du traducteur de consigne en boucle ouverte

- ✎ Choisir  $U_1 = \text{Consigne}$  à partir du bloc vert «**Sortie de mesure**».
- ✎ Dans le même bloc «**Sortie de mesure**», régler la plage de variation de la vitesse de consigne  $n_c$  en choisissant un coefficient de division  $2^n = 0$  soit une plage de  $\pm 2276 \text{ tr/mn}$ .
- ✎ Brancher un voltmètre digital entre les bornes  $U_1$  et la masse.
- ✎ Ouvrir tous les interrupteurs (**Srp**, **Sr** et **M**).
- ✎ A partir du bloc «**Consigne**» prendre des valeurs progressives de  $n_c$  et relever à chaque fois la valeur de  $U_c = U_1$  correspondante indiquée par le voltmètre après avoir fermé l'interrupteur de consigne (**C**).

a- Sur le tableau suivant, relever la valeur de la tension  $U_c$  correspondante à chaque valeur de  $n_c$ .

$n_c$ (tr/min)	-2000	-1000	-500	0	500	1000	2000
$U_c$ (V)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

b- Tracer la caractéristique  $U_c = f(n_c)$ .



c- En déduire l'expression de  $U_c$  en fonction  $n_c$ .

.....  
.....

d- Représenter cette relation par un schéma fonctionnel.



## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

AUTOMATIQUE

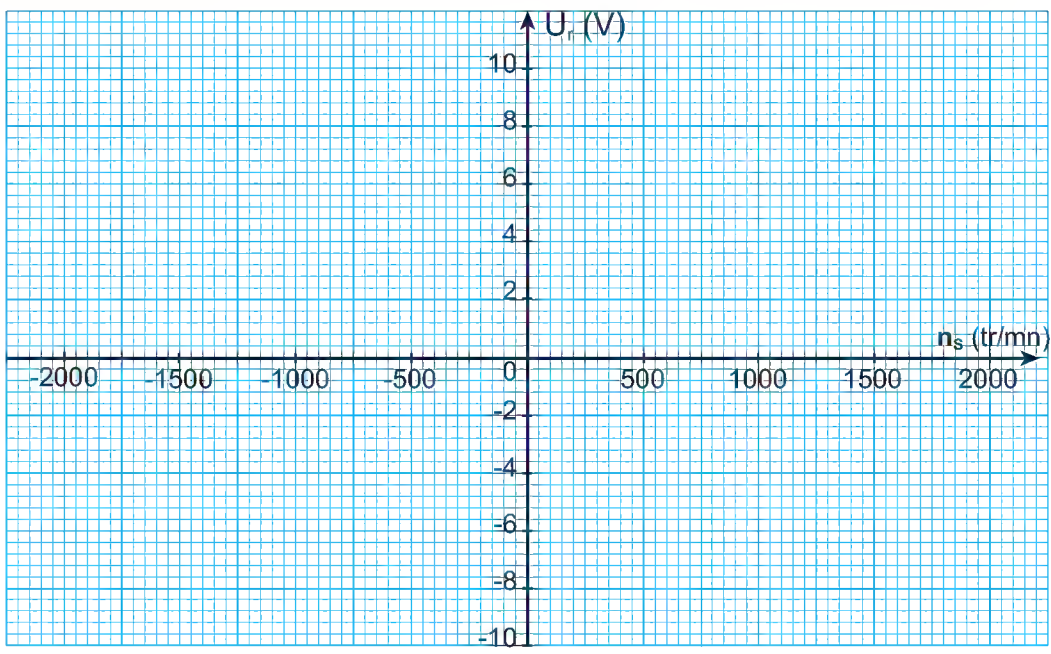
### 3- Etude du capteur de vitesse en boucle fermée

- ✎ Choisir  $U_1 = \text{vitesse}$  à partir du bloc vert «*Sortie de mesure*»;
- ✎ Conserver la **plage de variation** de  $\pm 2276 \text{ tr/min}$ ;
- ✎ Le voltmètre étant toujours branché entre les bornes  $U_1$  et la masse.
- ✎ Fermer tous les interrupteurs (**Srp**), (**Sr**) et (**M**) dans la chaîne de retour.
- ✎ Fermer l'interrupteur de consigne (**C**).

a- Pour les mêmes valeurs de  $n_c$ , relever dans le tableau suivant la valeur de la tension  $U_r = U_1$  mesurée par le voltmètre et la valeur de  $n_s = Nm$  affichée à l'écran.

$n_c$ (tr/min)	-2000	-1000	-500	0	500	1000	2000
$n_s = Nm$ (tr/min)	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....
$U_r = U_1$ (V)	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....

b- Tracer la caractéristique  $U_r = f(n_s)$



c- En déduire l'expression de  $U_r$  en fonction  $n_s$ .

.....  
.....

d- Représenter cette relation par un schéma fonctionnel.



### 4- Etude du comparateur en boucle fermée

**Conditions de l'essai et mode opératoire:**

- ✎ La caractéristique de charge étant toujours  $Cfs = -6.5 \text{ mN.m}$  et  $a = 2 \mu\text{N.m} / \text{tr.mn}^{-1}$ ;

## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

- ✎ définir la valeur de repos à **0 tr/min** en «**Cliquer gauche sur le bloc**»;
- ✎ veiller à ce que les interrupteurs de sortie **Srp** et **Sr** soient fermés.
- ✎ choisir **U<sub>1</sub>=vitesse** à partir du bloc vert «**Sortie de mesure**»;
- ✎ choisir **U<sub>2</sub>= Ecart** à partir du bloc vert «**Sortie de mesure**»;
- ✎ brancher un voltmètre digital entre les bornes **U<sub>1</sub>** et la masse et un deuxième entre **U<sub>2</sub>** et la masse;

**a-** Remplir le tableau de mesures suivant en utilisant les mêmes valeurs de **n<sub>c</sub>** et de **U<sub>c</sub>** mesurées précédemment et relever pour chaque valeur de **n<sub>c</sub>** les valeurs de **U<sub>1</sub>=U<sub>r</sub>** et **U<sub>2</sub>=U<sub>ε</sub>** indiquées respectivement par les voltmètres 1 et 2 après avoir fermé les interrupteurs **Srp**, **Sr** et les interrupteurs de retour et de consigne (**M**) et (**C**).

<b>n<sub>c</sub></b> (tr/min)	-2000	-1000	-500	0	500	1000	2000
<b>U<sub>c</sub></b> (V)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<b>U<sub>r</sub> = U<sub>1</sub></b> (V)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<b>U<sub>ε</sub> = U<sub>2</sub></b> (V)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

**b-** En déduire l'expression de **U<sub>ε</sub>** en fonction de **U<sub>c</sub>** et **U<sub>r</sub>**.

.....  
.....

**c-** Que représente **U<sub>ε</sub>** ?

.....

**d-** Fixer **K<sub>2</sub>** à **1**, **n<sub>c</sub>** à **2000 tr/min** et relever la valeur de **U<sub>ε</sub> = U<sub>2</sub>** pour les valeurs suivantes de **K<sub>1</sub>**: **2**, **5**, et **10** puis déduire l'effet de la variation du gain de ce bloc sur l'erreur du système.

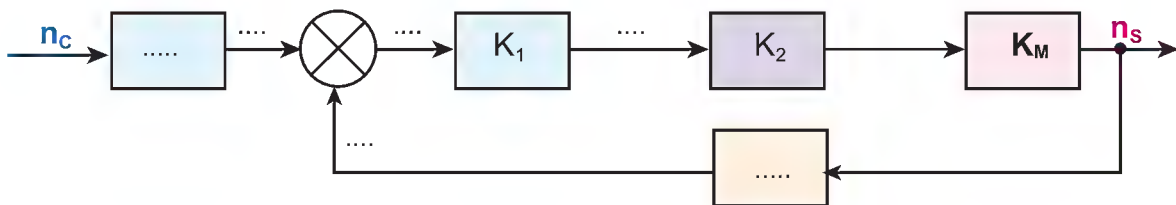
**NB:** *Patience un peu pour permettre au logiciel de faire les calculs nécessaires puis visualiser la courbe de réponse en cliquant sur:*



.....  
.....  
.....

### 5- Schéma fonctionnel

**a-** Compléter le schéma fonctionnel sans les blocs (**I**) et (**D**) sachant que le processus (moteur + étage de puissance) est matérialisé par un bloc de gain **K<sub>M</sub>**.



**b-** En déduire la transmittance globale du système.

.....  
.....

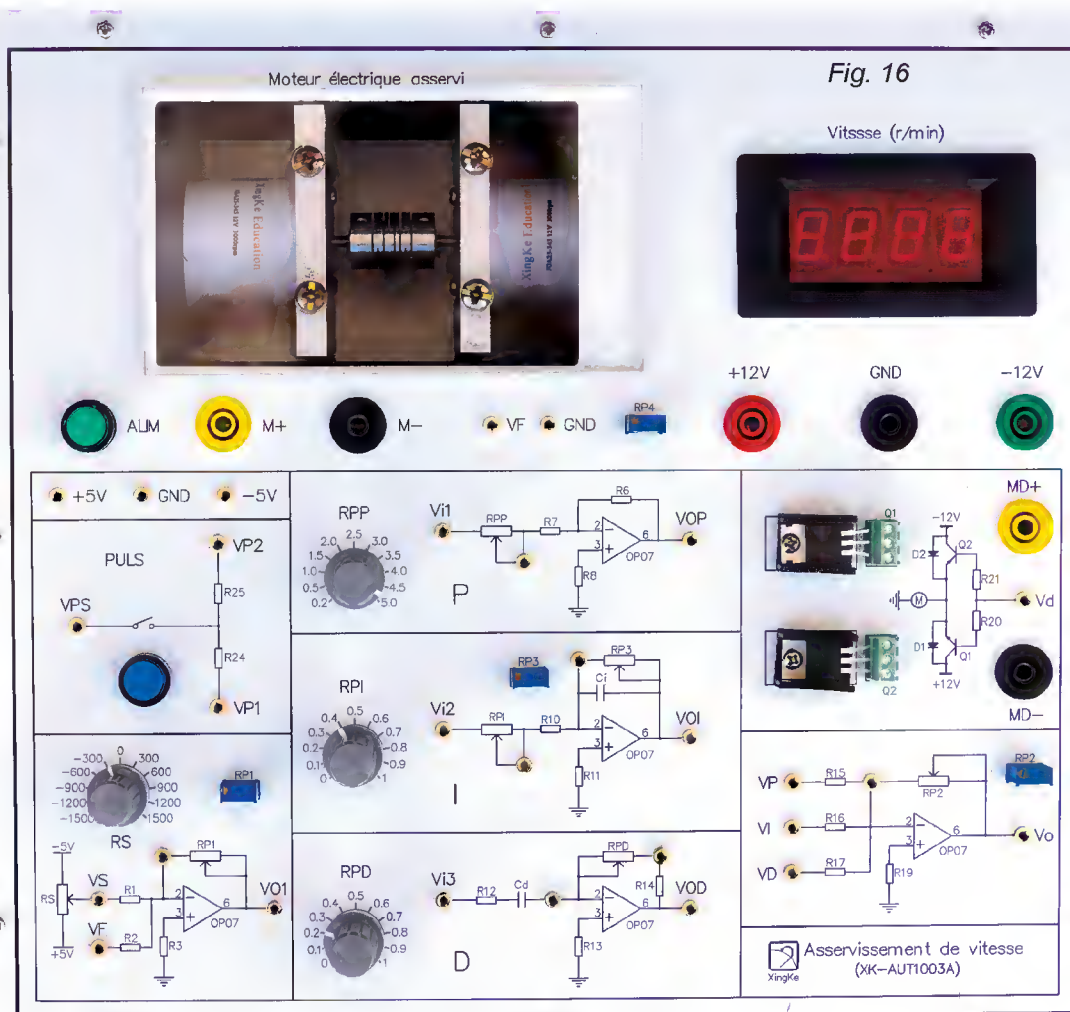
### ACTIVITÉ N°7: Asservissement de vitesse (maquette XK-AUT1003A ou BOYUAN832)

#### I- Description de la maquette

Cette maquette comprend:

- ✦ un moteur électrique à courant continu à aimant permanent
- ✦ un capteur de vitesse (dynamo tachymétrique)
- ✦ une carte électronique faisant apparaître :
  - une commande variable de  $-5V$  à  $+5V$  à laquelle est associée la consigne de vitesse  $n_c$ ;
  - deux sommateurs;
  - trois correcteurs (**P**), (**I**) et (**D**);
  - un amplificateur de puissance;
  - un afficheur de la vitesse de sortie  $n_s$ ;
  - une commande (**PULS**) permettant d'introduire une perturbation.

**NB:** Les deux maquettes (XK-AUT1003A et BOYUAN832) sont pratiquement identiques, ainsi cette activité est valable pour les deux.



### II- Travail demandé

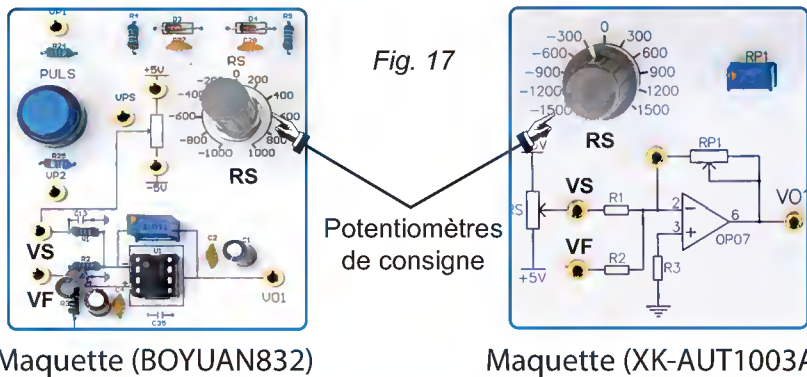
#### 1- Identification des entrées/sorties

a- Sur le tableau suivant, indiquer les différentes bornes d'entrée et de sortie de chaque bloc.

Blocs	borne(s) d'entrée(s)	borne(s) de sortie(s)
moteur	.....	
capteur		<b>VF+</b>
consigne (RS)		.....
sommateur 1	.....	<b>VO1</b>
sommateur 2	.....	.....
correcteur (Bloc P)	.....	<b>VOP</b>
étage de puissance	<b>Vd</b>	.....

#### 2- Etude du traducteur de consigne

- Brancher un voltmètre digital entre **VS** et la masse (GND) et alimenter la maquette.
- Agir sur le potentiomètre de consigne (**RS**) pour faire varier  $n_c$  entre les valeurs limites  $n_{cmin}$  et  $n_{cmax}$ .



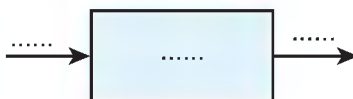
a- Sur le tableau suivant, relever la valeur de la tension **VS** correspondante à chaque valeur de  $n_c$ .

$n_c$ (tr/min)	.....	0	.....
<b>VS</b> (V)	.....	0	.....

b- En déduire l'expression de **VS** en fonction  $n_c$ .

.....  
.....

c- Représenter cette relation par un schéma fonctionnel.



### 3- Etude du capteur de vitesse

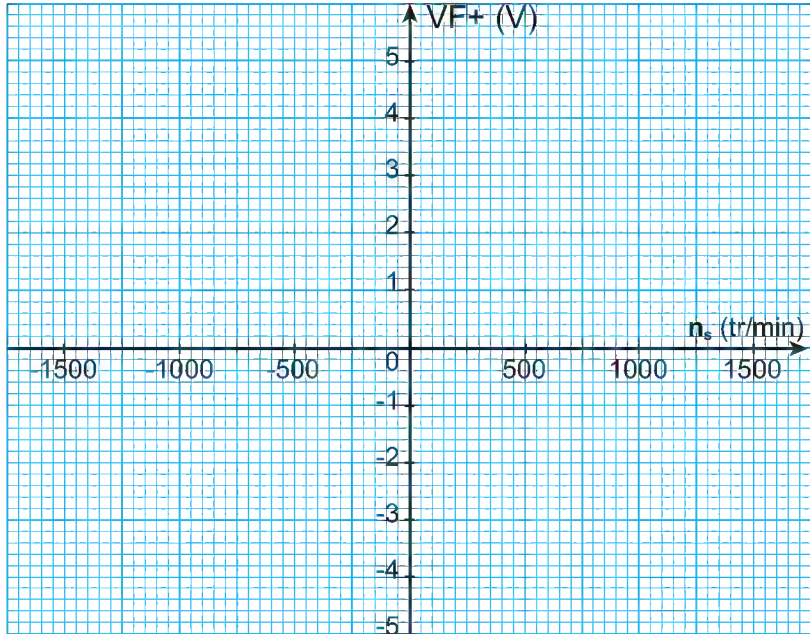
a- Réaliser les connexions et les opérations suivantes:

- ✎ la borne **VO1** à la borne **Vi1**;
- ✎ la borne **VOP** à la borne **VP**;
- ✎ la borne **VO** à la borne **Vd**;
- ✎ la borne **M+** à la borne **MD+**;
- ✎ la borne **M-** à la borne **MD-** (ou **GND BOYUAN831**).
- ✎ Brancher un voltmètre digital entre **VF+** et la masse (**GND**).
- ✎ Mettre le potentiomètre **RPP** du bloc **P** à 100% de sa valeur.
- ✎ Alimenter la maquette.
- ✎ Agir sur le potentiomètre de consigne (**RS**) pour faire varier la vitesse.
- ✎ Relever la valeur de **n<sub>s</sub>** lisible sur les afficheurs 7 segments ainsi que les valeurs correspondantes de la tension **VF+** image de la vitesse du moteur.

b- Compléter le tableau suivant:

<b>n<sub>s</sub></b> (tr/min)	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....
<b>VF+</b> (V)	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....

c- Tracer la caractéristique **VF+= f(n<sub>s</sub>)**



d- En déduire l'expression de **VF+** en fonction **n<sub>s</sub>**.

.....

.....

.....

## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

e- Représenter cette relation par un schéma fonctionnel.



f- En déduire la fonction assurée par ce module dans le système asservi.

.....

### 4- Etude du sommateur 1

Pour le premier essai de la maquette, il faut s'assurer que la résistance variable  $RP1$  du sommateur 1 est réglée sur  $10\text{ K}\Omega$ .

Si non, il faut l'ajuster à l'aide d'un petit tourne vis pour obtenir  $R_1=R_2=RP_1 = 10\text{ K}\Omega$ .

Refaire la même chose pour le sommateur 2.

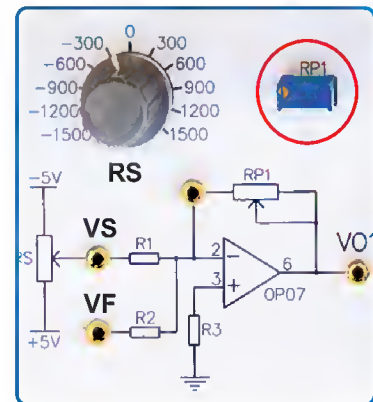


Fig. 18

a- Les connexions et les réglages précédents étant inchangés:

- 🔧 relier  $VF+$  à  $VF$ ;
- 🔧 à l'aide d'un voltmètre digital et pour les différentes valeurs des tensions  $VS$  mentionnées dans le tableau suivant, mesurer la tension  $VF$  et  $VO1$ .

<b>VS (V)</b>	-5	-3	0	3	5
<b>VF (V)</b>	.....	.....	.....	.....	.....
<b>VO1 (V)</b>	.....	.....	.....	.....	.....

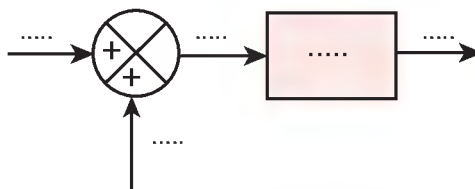
b- Exprimer  $VO1$  en fonction de  $VS$  et  $VF$ .

.....

c- Quelle est la fonction réalisée par ce montage ?

.....

d- Traduire cette relation par un schéma fonctionnel.





### 5- Etude de la maquette en boucle fermée

a- Réaliser les connexions suivantes:

- ✂ la borne **VF+** à la borne **VF**;
- ✂ la borne **VO1** à la borne **Vi1**;
- ✂ la borne **VOP** à la borne **VP**;
- ✂ la borne **VO** à la borne **Vd**;
- ✂ la borne **M+** à la borne **MD+**;
- ✂ la borne **M-** à la borne **MD-** ou **GND** pour la maquette **BOYUAN831**.

*NB: Le branchement de la maquette BOYUAN831 est illustré à la page de garde relative aux activités d'asservissement.*

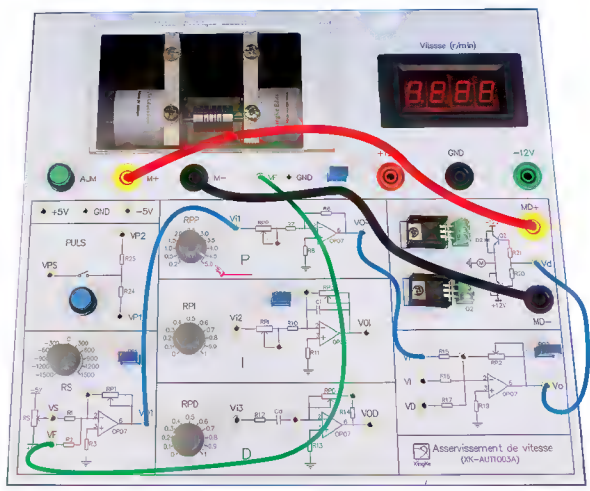


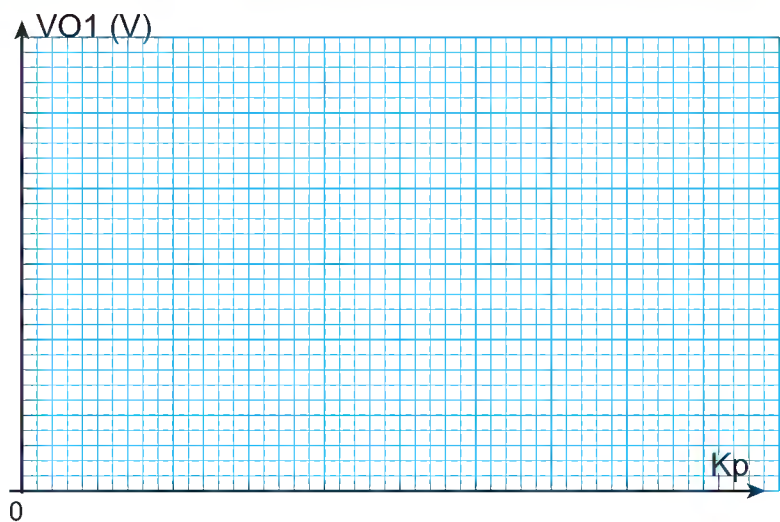
Fig. 19

b- Alimenter la maquette.

c- Brancher le voltmètre digital entre **VO1** et la masse (**GND**). Positionner  $n_c$  à  $n_{cmax}$  en manipulant le potentiomètre (**RS**) et relever la tension d'erreur **VO1** pour différentes valeurs du gain **Kp** du bloc **P**.

<b>Kp</b>	.....	.....	.....	.....
<b>VO1 (V)</b>	.....	.....	.....	.....

d- Tracer la caractéristique de **VO1** en fonction de **Kp**.



e- Dédire l'effet de la variation de **Kp** sur l'erreur du système.

.....  
.....

## NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINÉAIRE

f- Quelle est la fonction réalisée par le bloc (P) et qu'appelle-t-on ce montage?

.....

g- Identifier le rôle du sommateur 2 et exprimer  $VO$  en fonction de  $VP$  sans tenir compte des entrées  $VI$  et  $VD$  sachant que toutes les résistances sont égales.

.....

.....

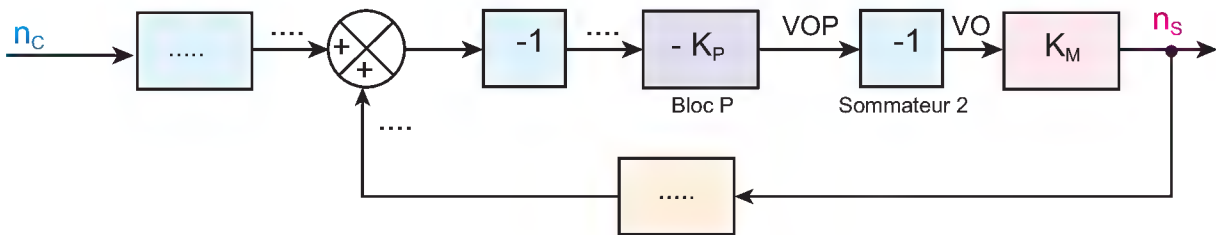
h- La maquette étant toujours alimentée:

- ✎ choisir une vitesse légèrement inférieure à  $n_{max}$
- ✎ relier  $VP1$  à  $+5V$ ,  $VP2$  à  $-5V$ ,  $VPS$  à  $VS$
- ✎ observer la réaction du système face à une perturbation introduite par l'action sur le bouton «PULS» et compléter la conclusion suivante:

On appelle *régulation*, un système asservi qui doit maintenir ..... constante conformément à la ..... qui, elle aussi est constante indépendamment des .....

### 6- Schéma fonctionnel de l'asservissement

a- Compléter le schéma fonctionnel suivant, en faisant apparaître clairement les différents blocs étudiés (sans tenir compte des blocs (I) et (D)) sachant que le processus (moteur + étage de puissance) est matérialisé par un bloc de gain  $K_M$ .



b- Par la méthode de votre choix, simplifier le schéma fonctionnel ci-dessus.

.....

.....

.....

.....

c- En déduire la transmittance globale du système.

.....

.....

.....

.....

PAPIER MILLIMÉTRÉ

AUTOMATIQUE

