

Département de Physique Appliquée

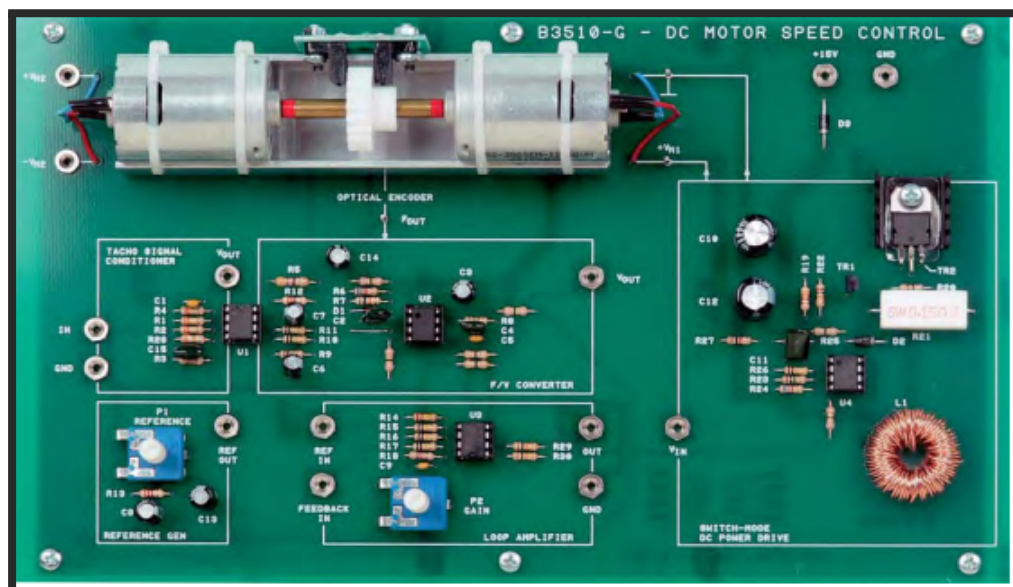
Module : AUTOMATIQUE

Licence en Sciences et Techniques

Electronique Electrotechnique Automatique

Professeur : A.BA-RAZZOUK

Travaux Pratiques – TP N°2



Préparé Par :

- | | |
|-------------------------|------------------|
| - ABDELJEBBAR Lamyââ | - IMEHLI Meryam |
| - AJJOU Fatima-ezzahra | - MABROUK Meryam |
| - DBIBIH Fatima-ezzahra | - NAOUMI Khaoula |
| - EL OUAZZANI Imane | - TIFIRASS Sara |
| - IDRISSE Ilias | - RAFKI Chaimaa |

Année Universitaire : 2014/2015, Semestre 5

Sommaire

II.1 Objectifs

II.2 Manipulations

II.2.1 Etudes en boucle ouverte

II.2.1.1 Etude du convertisseur CC/CC alimentant le moteur

II.2.1.2 Etude de capteur de vitesse à base d'encodeur optique

II.2.1.3 Etude de capteur de vitesse à base de génératrice tachymétrique

II.2.2 Etude en boucle fermée

II.2.2.1 Asservissement avec mesure de la vitesse par encodeur optique

II.2.2.2 Asservissement avec mesure de la vitesse par tachymétrie

II.2.2.3 Comparaison des deux méthodes d'asservissement

II.1-Objectifs

Le but de cette manipulation consiste à étudier un système de régulation de vitesse d'un moteur à courant continu à l'aide d'un régulateur proportionnel analogique. La vitesse qui est contrôlée par variation de la tension d'induit du moteur utilise deux moyens pour la mesure de la vitesse : un capteur à base d'un encodeur optique et un autre capteur à base d'une génératrice tachymétrique. L'étude expérimentale est réalisée à l'aide d'une maquette de laboratoire (LANGLOIS B3510-G) qui comporte tous les éléments nécessaires à la réalisation de la boucle d'asservissement. Une étude préalable de la maquette en boucle ouverte permettra de caractériser les différentes parties de l'asservissement et sera suivie par une étude en boucle fermée.

II.2-Manipulation :

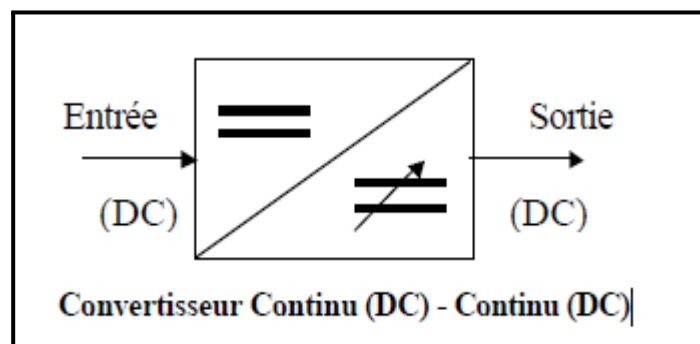
II.2.1) Etude en boucle ouverte :

II.2.1.1) Etude du convertisseur CC/CC alimentant le moteur :

Il s'agit du bloc « SWITCH-MODE DC POWER DRIVE » sur la maquette. Le convertisseur est basé sur un hacheur abaisseur de tension. La sortie du hacheur est connectée à l'induit du moteur et contrôlée par la tension d'entrée du module hacheur: V_{IN} .

1) le principe de la variation de la tension continue à base de hacheurs :

Les hacheurs sont les convertisseurs statiques continu-continu permettant de fabriquer une source de tension continue variable à partir d'une source de tension continue fixe. La figure ci-dessous rappelle le schéma de principe du hacheur.



Le rôle de hacheur dans cette manipulation est un abaisseur de tension.

2) le principe de la variation de la vitesse des moteurs a courant continue :

Le moteur avec enroulement à aimant permanent est constitué de deux parties : le rotor (l'induit) et le stator (l'inducteur). La tension **fem** est proportionnelle à la fréquence de rotation.

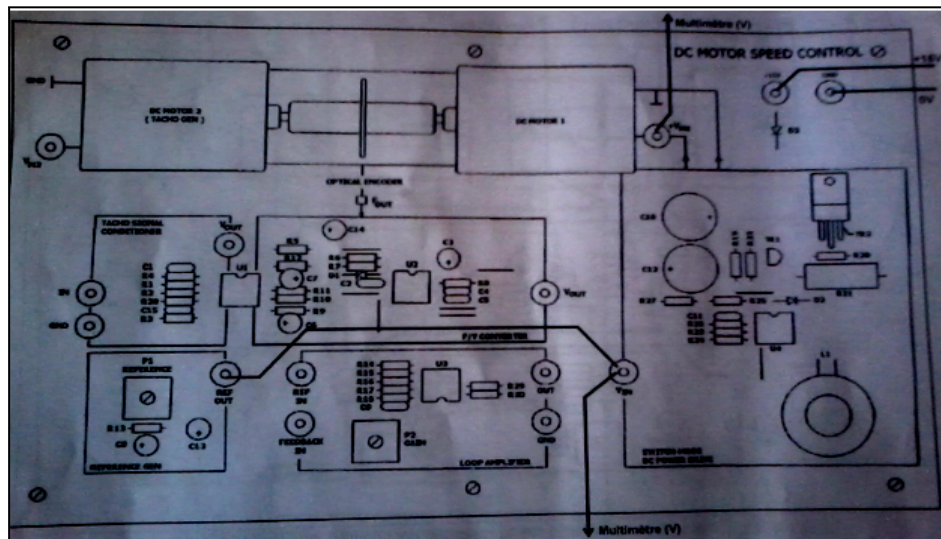
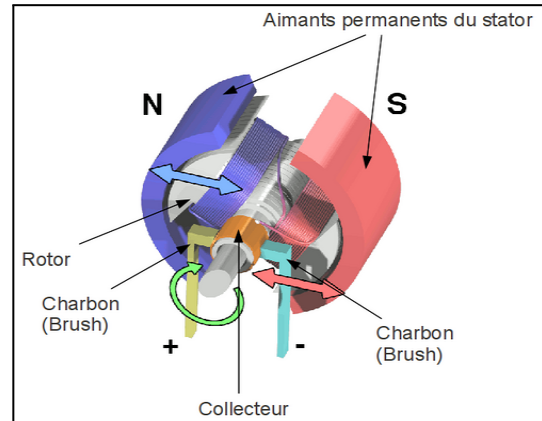
$$E = K \Omega$$

Avec:

E: fem en volts

K: constant

Ω : fréquence de rotation en rad/s



En fait varier le potentiomètre du générateur de référence « REFERENCE GEN » pour faire varier la tension d'entrée du bloc hacheur (V_{IN}) et par conséquent la tension du hacheur ($+V_{M1}$).

Le moteur commence à tourner à partir de la tension $V_{IN,min0} = 3,88 \text{ V}$.

3) Tableau, courbe $V_{M1}=f(V_{IN})$, gain du hacheur(G_{Hac})

Figure 4: Tableau de variation de la tension de la sortie en fonction de la tension d'entrée du hacheur

$V_{IN} (V)$	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
$+V_{M1}(V)$	0	0,48	0,946	1,452	1,849	2,420	2,973	3,13	4,01	4,43
$V_{IN} (V)$	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	MAX=9,41
$+V_{M1}(V)$	4,91	5,44	5,97	6,45	6,99	7,40	7,90	8,44	9	9,31

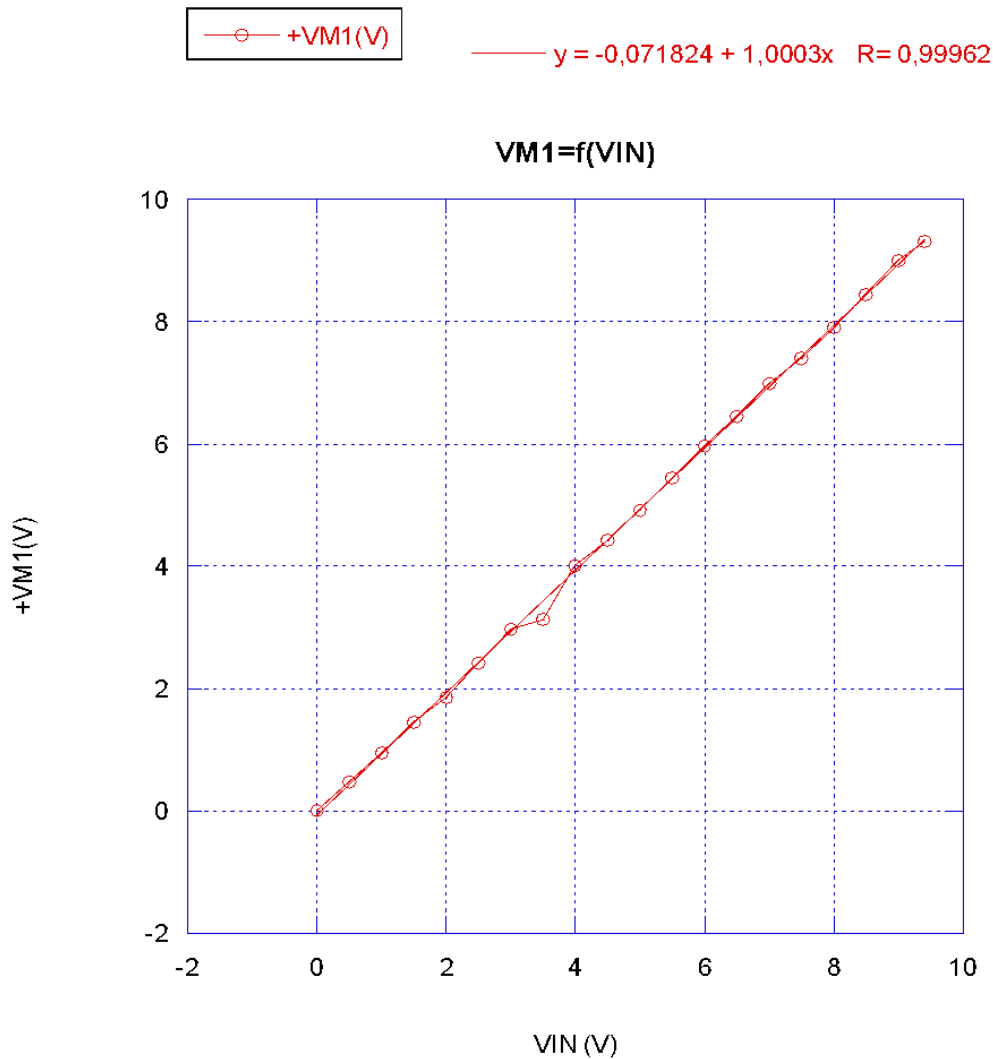


Figure 5: Courbe de V_{M1} en fonction de V_{IN}

Le gain du hacheur est: $G_{Hac} = 1,0003 \text{ db}$

II.2.1.2) Etude du capteur de vitesse a base d'encodeur optique :

IL s'agit du bloc « F/V CONVERTER » sur la maquette.

On réalise le montage suivant :

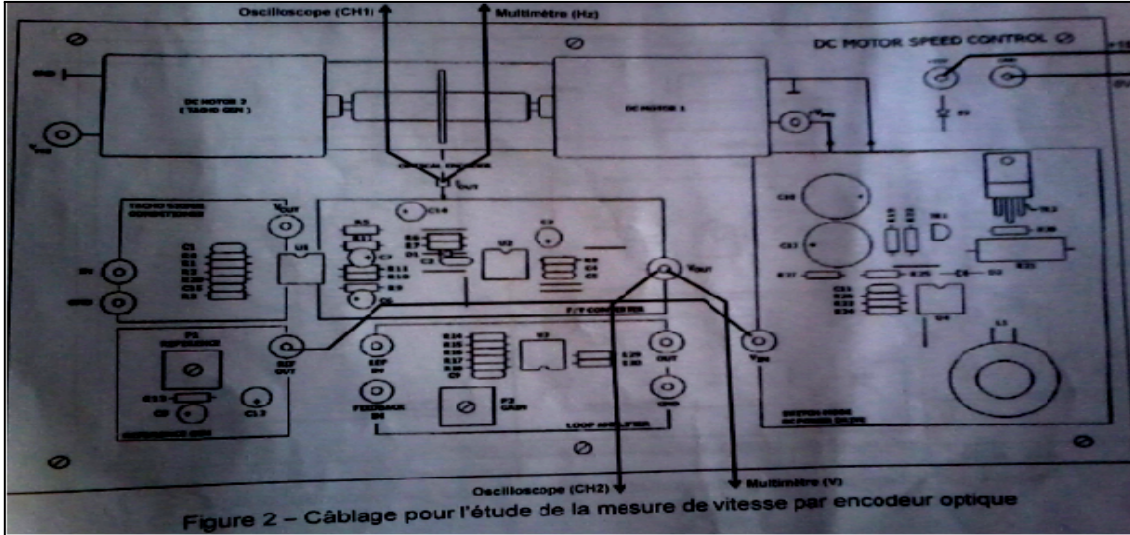


Figure 6 : Câblage pour l'étude de la mesure de vitesse par encodeur optique

On va varier le potentiomètre du générateur de références «REFERENCE GEN » pour faire varier la vitesse du moteur.

a) Le principe du capteur de vitesse à base d'encodeur optique:

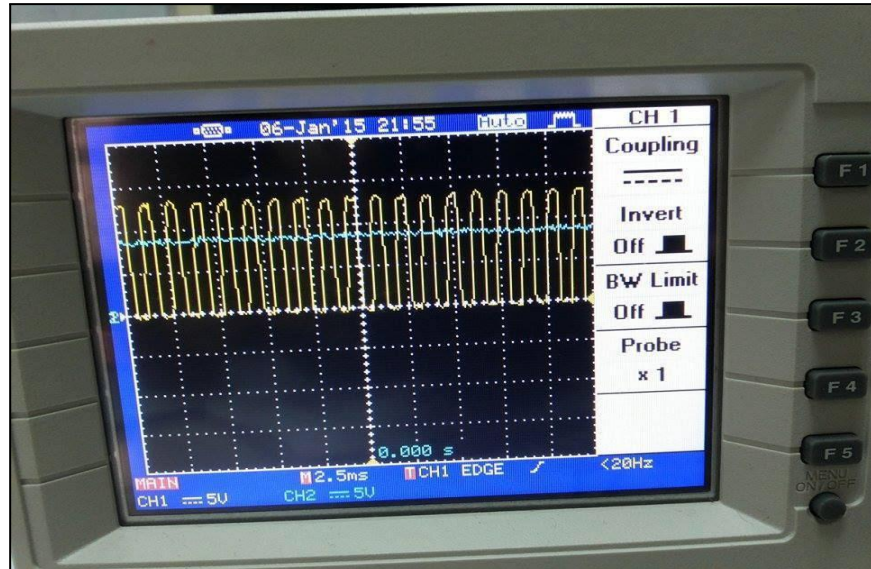
Un encodeur optique (parfois aussi appelé roue codeuse optique) est un composant électromécanique, qui ressemble beaucoup à un potentiomètre. Mais contrairement à ce dernier, l'encodeur possède un axe dont le déplacement n'est limité ni vers la gauche ni vers la droite : il peut être tourné indéfiniment dans un sens comme dans l'autre.

Ce genre de composant peut être utilisé pour décrémenter ou incrémenter la valeur de différents paramètres dans un système électronique, il permet de déterminer une position, la vitesse et le sens de rotation.



b) Le nombre d'encoche de la roue de l'encodeur optique est : 20 encoches.

c) Commentaire et constatations:



Si la lumière touche l'encoche le signal par analogie donne 1, si non donne 0 et en fin on a un signal de sortie carré telle que le nombre d'encoche égal le nombre d'impulsion.

d) On utilise le multimètre pour mesurer la fréquence des impulsions à l'entrée du conditionneur de l'encodeur optique et la tension de sa sortie pour différentes valeurs de vitesse et on remplit le tableau suivant :

Frequence (hz)	200	250	300	350	400	450	500	550	600	620
V _{Enc} (V)	2,608	3,5	4,29	5,02	5,66	6,53	7,35	8,04	9,05	9,1
Vitesse (tpm)	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	1860

Figure 9 : Tableau de variation de la tension d'encodeur et de vitesse en fonction de la fréquence

Détermination de la vitesse de rotation du moteur à partir des mesures de fréquence effectuées (vitesse dans le tableau).

1tour	—————→	20 impulsions
1tour /s	—————→	20 impulsion /s
1tour /min	—————→	1/3 impulsions /s

$$\Omega = (60 * f) / 20 = 200 * 3 = 600 \text{ tpm}$$

e) La courbe $V_{Enc}=f(\text{vitesse})$:

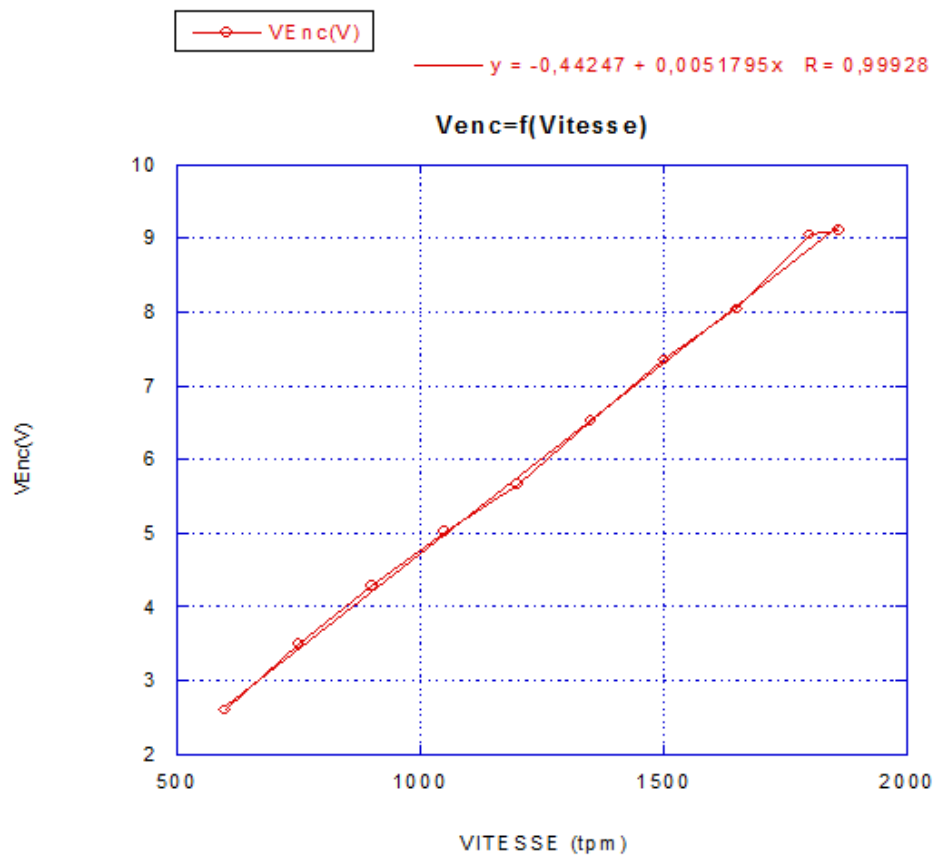


Figure 10 : Courbe V_{Enc} en fonction de la vitesse

Le gain du capteur de vitesse à base d'encodeur optique est: $G_{Enc}=0,0051795$

II.2.1.3) Etude du capteur de vitesse à base génératrice tachymétrique :

Il s'agit du bloc « **TACHO SIGNAL CONDITIONNER** » sur la maquette.

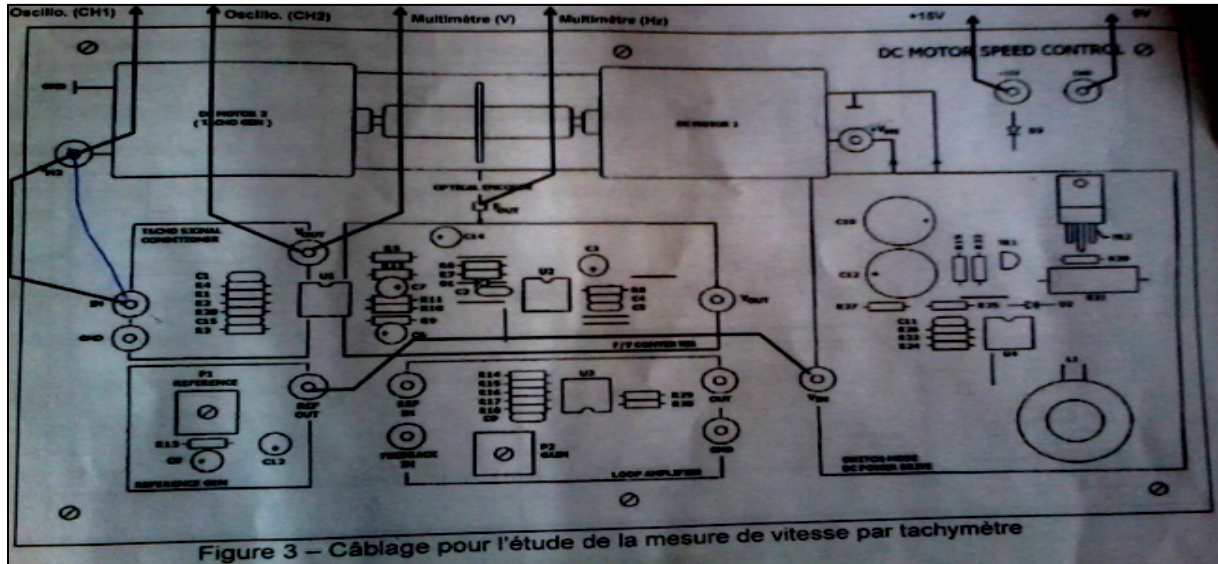


Figure 11 : Câblage pour l'étude de la mesure de vitesse par tachymètre

On fait varier le potentiomètre du générateur de référence « **REFERENCE GEN** ». Pour faire varier la vitesse du moteur.

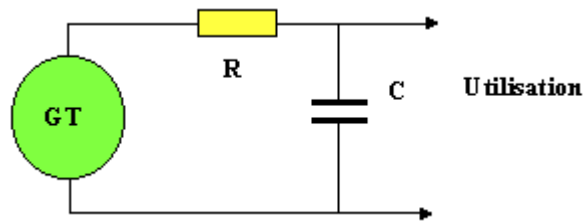
a) Le principe de capteur de vitesse à base de génératrice tachymétrique:

Le capteur de vitesse à base de génératrice tachymétrique délivre une tension proportionnelle à sa vitesse de rotation. Son principal domaine d'application se situe dans la régulation de vitesse d'un moteur électrique.

Le système évolue de sorte que l'erreur de vitesse soit nulle.

- **Caractéristiques essentielles d'une tachymétrie**
 - vitesse maximale de rotation (en tours par minute),
 - constante de f.e.m. (en volts à 1000 trs/mn ou en v/tr/mn),
 - linéarité (en %),
 - ondulation crête à crête (en %),
 - courant maximal.

Pour atténuer l'ondulation sur la tension de sortie, un filtrage peut s'avérer nécessaire:



La fréquence de coupure du filtre passe-bas est donnée par: $f_c = 1/(2\pi.R.C)$.

b)Commentaire et constatations:

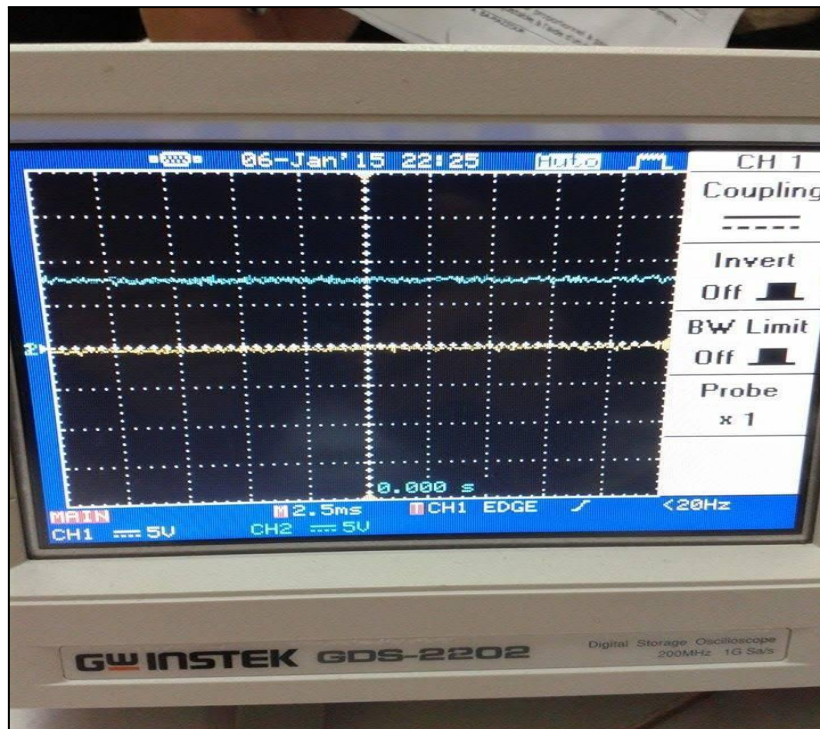


Figure 12 : Tension d'entrée et de sortie du conditionneur du tachymètre

En Bleu : signal bruité (d'entrée).

En Jaune : Signal filtré (de sortie).

La tension d'entrée est bruité et grâce à la génératrice tachymétrique le signal devient filtré (filtre passe bas), il nous donne une tension continue.

c) Tableau de mesure:

Freq.(Hz)	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
Vitesse en (rpm)	600	750	900	1050	120	135	150	165	180	195	210	225
Vtac.(V)	1.75	2.36	2.92	3.46	4	4.3	5.0	5.5	6.1	6.5	7.3	7.6

Figure 13: Tableau de variation de la tension du tachymètre et de vitesse en fonction de la vitesse

d) On trace la courbe $V_{Tac}=f(\text{Vitesse})$ et en déduire le gain du capteur de vitesse à base de tachymètre:

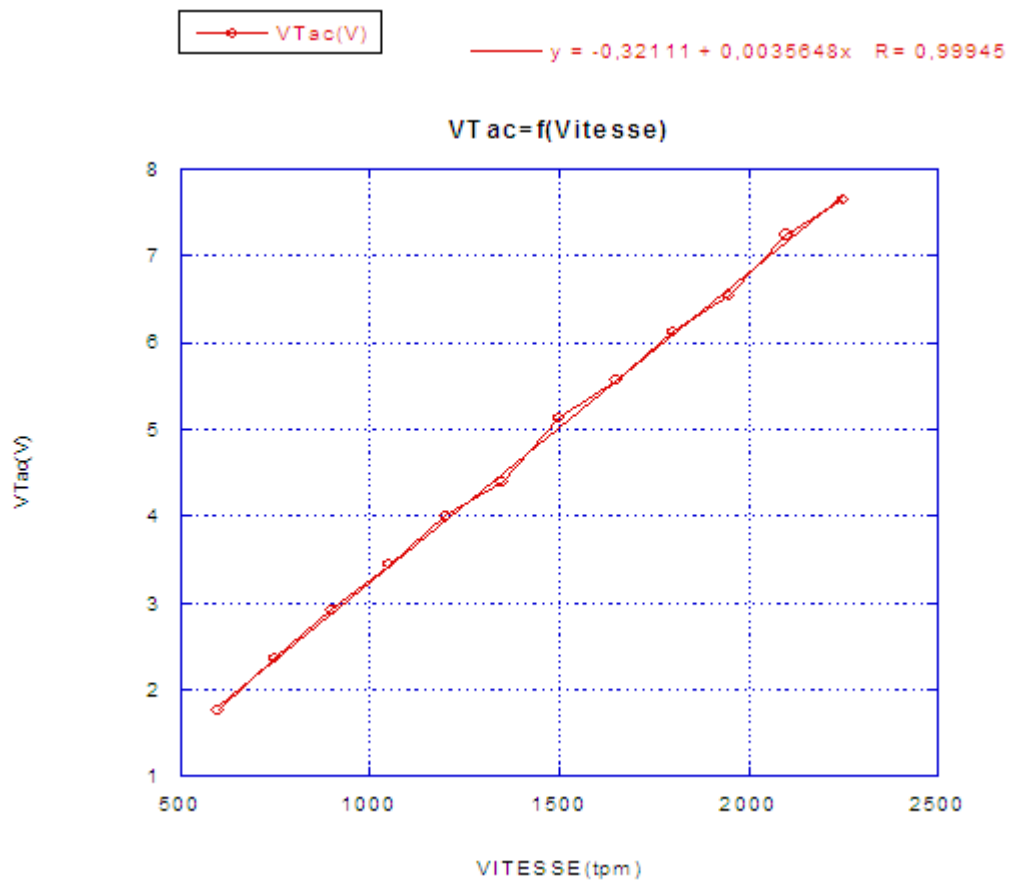


Figure 14 : Courbe de V_{tac} en fonction de la vitesse

Le gain du capteur de vitesse à base de tachymètre est: $G_{Tac}=0,0035648$

II.2.2) Etudes en boucle fermée :

L'asservissement de vitesse est réalisé à l'aide d'un régulateur professionnel à gain variable (bloc « LOOP AMPLIFIER » sur la maquette). Le gain du régulateur est ajustable à l'aide d'un potentiomètre.

II.2.2.1) Asservissement avec mesure de la vitesse par encodeur optique :

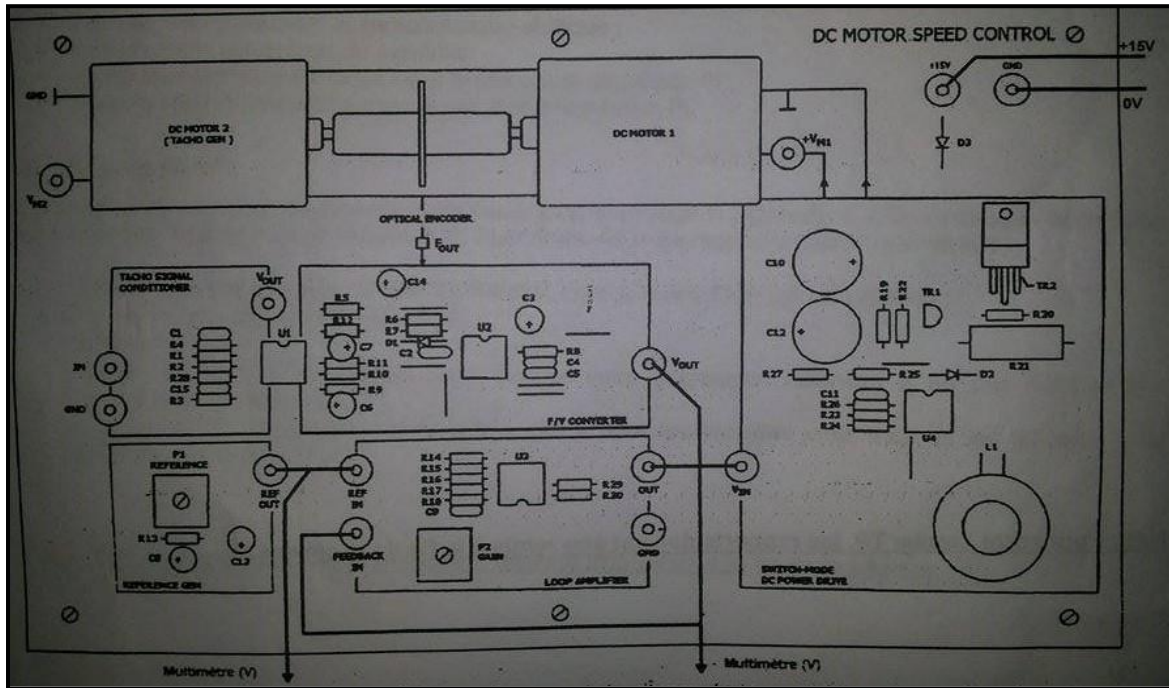


Figure 15 : Câblage pour l'asservissement de vitesse (retour par encodeur optique)

a) la valeur de la tension de commande V_{IN} en boucle fermée à partir de laquelle le moteur commence à tourner :

On a réglé le potentiomètre du gain en position maximal :

$$V_{IN,minF} = 0,258 \text{ V}$$

- On a $V_{IN,minO} = 3,88 \text{ V}$ donc : $V_{IN,minO}$ est très supérieur à $V_{IN,minF}$.
- On constate que l'utilisation du régulateur réduit la valeur de tension V_{IN} à partir de laquelle le moteur commence à tourner.

b) Tableau de Mesure :

Figure 16: Tableau de de Mesure de la vitesse et d'erreurs par encodeur

Remarque :
Erreur
relative =
|Erreur
statique|/Consigne

Gain du régulateur REF IN(V)	Minimum				Maximum			
	3	4	7	8	3	4	7	8
Consigne (tpm)	600	800	1400	1600	600	800	1400	1600
FEEDBACK IN (v)	3.44	4.86	8.85	10.21	5.39	7.48	12.85	13.03
Vitesse (tpm)	688	972	1716	2042	1078	1496	2570	2606
Erreur statique	0,44	0,86	1,85	2,22	2,39	3,48	5,85	5,03
Erreur relative (10^{-3})	0,73	1,07	1,32	1,38	3,98	4,35	4,17	3,14

statique/Consigne

c) Commentaire et Constations :

- ❖ La vitesse augmente avec l'augmentation du tension d'entrée.
 - ❖ En gain minimum: L'erreur statique et relative augmente avec l'augmentation de la tension.
 - ❖ En gain Maximum: L'erreur statique et relative diminue avec l'augmentation de la tension.
 - ❖ L'erreur statique et relative en minimum de potentiomètre est inférieure à celles en maximum
- Donc L'erreur statique et relative varie proportionnellement en fonction du gain statique

II.2.2.2) Asservissement avec mesure de la vitesse par tachymètre :

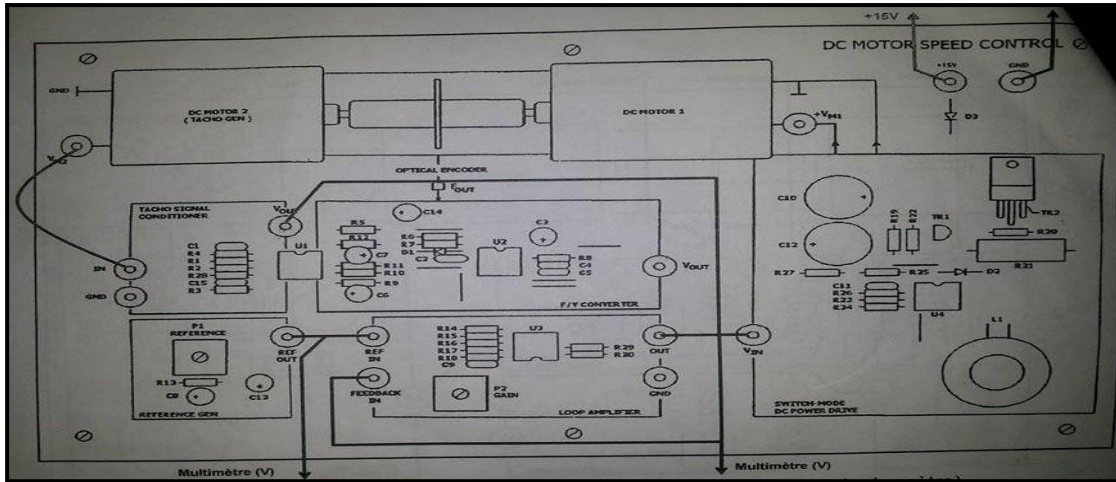


Figure 17 : Câblage pour l'asservissement de vitesse (retour par tachymètre)

a) Tableau de mesure :

Gain du régulateur REF IN(V)	Minimum				Maximum			
	3	4	7	8	3	4	7	8
Consigne (tpm)	1000	133 3.8	2333. 3	2666.6	1000	1333. 3	2333.3	2666.6
FEEDBACK IN (v)	3.09 4	4.02	8.39	9.68	5.41	7.11	11.88	11.87
Vitesse (tpm)	1031 .3	134 0	2796. 66	3226.66	1803.3	2370	3960	3956.6
Erreur statique	0,09 4	0,31	1,39	1,66	2,41	3,11	4,88	3,87
Erreur relative (10 ⁻³)	0,94	0,23	0,59	0,62	2,41	2,33	2,09	1,45

Figure 18 : Tableau de variation de la vitesse et d'erreurs par tachymètre

b) Commentaire et constatation :

- ❖ La vitesse augmente avec l'augmentation de la tension d'entrée
- ❖ En gain minimum : L'erreur statique et relative augmente avec l'augmentation de la tension
- ❖ En gain Maximum : L'erreur statique et relative diminue avec l'augmentation de la tension.

- ❖ L'erreur statique et relative en minimum de potentiomètre est inférieure à celles en maximum
- Donc L'erreur statique et relative varie proportionnellement en fonction du gain statique.

II.2.2.3) Comparaison des deux méthodes d'asservissement :

L'erreur statique et relative de tachymètre est minimisée par rapport à celles d'encodeur optique.

La tension de sortie d'une génératrice tachymétrique présente toujours une certaine ondulation, par contre l'encodeur fournit un signal de référence par tour et un signal dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse de rotation. Ce signal est amplifié puis converti en signal carré, qui est alors transmis à un système de traitement.

L'utilisation du tachymètre est plus favorisée.

Tableau de Figures

Numéro de Figures	Titre de Figures	Numéro de Page
1	Convertisseur continu(DC)-continu(DC)	3
2	Moteur à courant continu	4
3	Câblage pour l'étude du hacheur	4
4	Tableau de variation de la tension de sortie (V_{M1}) en fonction de la tension d'entrée(V_{IN}) du hacheur	5
5	La courbe de V_{M1} en fonction de V_{IN}	5
6	Câblage pour l'étude de la mesure de vitesse par encodeur optique	6
7	Encodeur optique	6
8	Tension d'entrée et de sortie du conditionneur de l'encodeur optique	7
9	Tableau de variation de la tension d'encodeur et de vitesse en fonction de la fréquence	7
10	La courbe de la V_{ENC} en fonction de la vitesse	8
11	Câblage pour l'étude de la mesure de vitesse par tachymètre	9
12	Tension d'entrée et de sortie du conditionneur du tachymètre	10
13	Tableau de variation de la tension du tachymètre et de vitesse en fonction de la vitesse	11

14	La courbe de V_{tac} en fonction de la vitesse	11
15	Câblage pour l'asservissement de vitesse (retour par encodeur optique)	12
16	Tableau de mesure de la vitesse et d'erreurs par encodeur	13
17	Câblage pour l'asservissement de vitesse (retour par tachymètre)	14
18	Tableau de variation de la vitesse et d'erreurs par tachymètre	14

Tachymètre:

- ❖ La vitesse augmente avec l'augmentation de la tension d'entrée
- ❖ En gain minimum :

L'erreur statique et relative augmente avec l'augmentation de la tension

En gain Maximum :

L'erreur statique et relative diminue avec l'augmentation de la tension

- ❖ L'erreur statique et relative en minimum de potentiomètre est inférieure à celles en maximum

Donc L'erreur statique et relative varie proportionnellement en fonction du gain statique

Comparaison tachymètre encodeur: