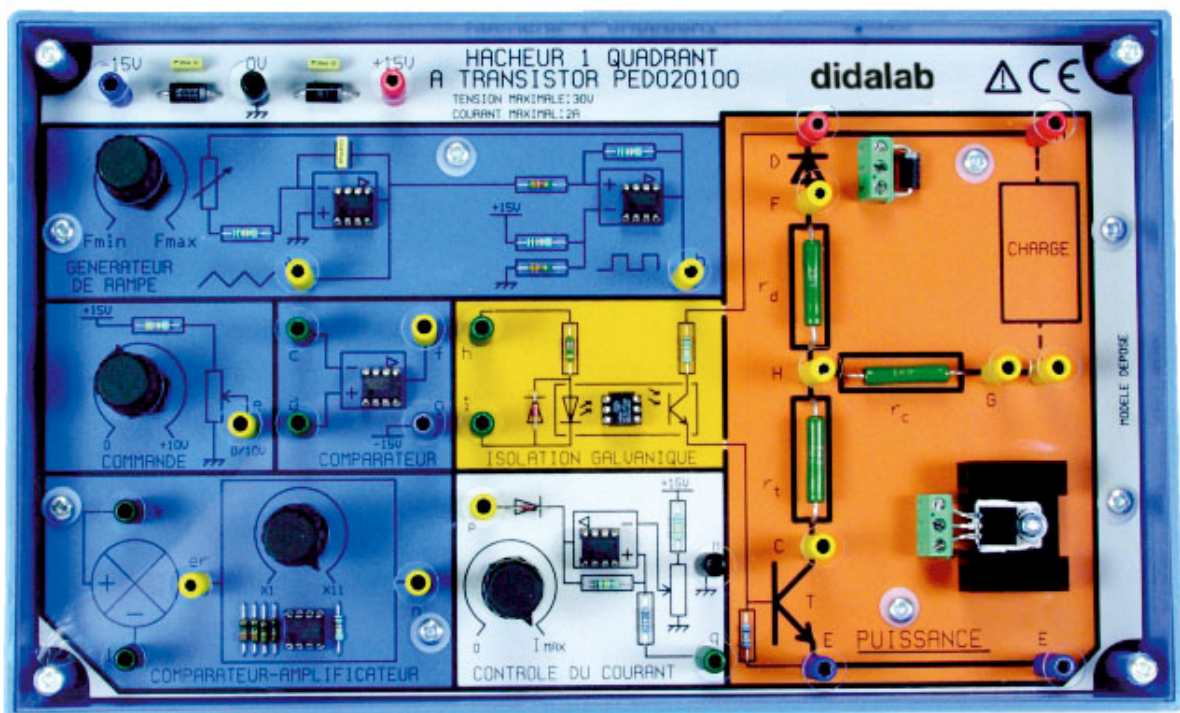


PED020100

Hacheur un quadrant



SOMMAIRE

CAHIER DES CHARGES	1
TRAVAUX PRATIQUES SUR LES MONTAGES HACHEURS	3
A) ETUDE DU HACHEUR SERIE	3
I. FONCTIONNEMENT DU CIRCUIT DE COMMANDE	3
II. HACHEUR A TRANSISTOR	6
1° Montage :	6
2° Travail à réaliser :	7
B) ETUDE DU HACHEUR SERIE AVEC CONTROLE EN COURANT	9
I. MONTAGE	9
II. EXPERIMENTATION	10
1° Réglages préliminaires :	11
2° Expériences :	11
C) HACHEUR SERIE FONCTIONNEMENT EN GENERATEUR DE COURANT	13
I. MONTAGE	13
II. EXPERIMENTATION	14
1° Etude sur charge $R L$	14
2° Etude sur charge E, R, L	14
D) ETUDE DU HACHEUR SURVOLTEUR	17
I. SCHEMA DU MONTAGE	17
II. EXPERIMENTATION	18
E) ETUDE DU HACHEUR SURVOLTEUR AVEC CONTROLE DU COURANT	21
I. SCHEMA DU MONTAGE	21
II. EXPERIMENTATION	22
F) Régulation de la vitesse	25
d'un moteur à courant continu	25
I. Préparation	26
II. Etude expérimentale	27
a) Caractéristique $n(i)$ du groupe tournant	27
b) Régulation de la vitesse du moteur	30
c) Exploitation des résultats	31

ANNEXES

- Annexe 1 32
Plan de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR 32
- Annexe 2 34
Schéma de câblage de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR 34
pour un fonctionnement en HACHEUR DEVOLTEUR 34
- Annexe 3 36
Schéma de câblage de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR 36
pour un fonctionnement en HACHEUR DEVOLTEUR 36
AVEC CONTROLE EN COURANT 36
- Annexe 4 38
Schéma de câblage de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR 38
pour un fonctionnement en HACHEUR DEVOLTEUR 38
fonctionnant EN GENERATEUR DE COURANT 38
- Annexe 5 40
Schéma de câblage de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR 40
pour un fonctionnement en HACHEUR SURVOLTEUR 40
- Annexe 6 42
Schéma de câblage de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR 42
pour un fonctionnement en HACHEUR SURVOLTEUR 42
AVEC CONTROLE EN COURANT 42
- Annexe 7 44
Schéma de câblage de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR 44
pour une REGULATION DE VITESSE D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU
44

CAHIER DES CHARGES

- Puissance

Tension d'alimentation : 30 V

Intensité maximale : 2 A

Fréquence de hachage : 200 Hz à 2 kHz

- Commande

Commande linéaire du rapport cyclique par une tension continue variant de 0 V à +10 V

- Contrôle en courant

Contrôle réglable de l'intensité du courant entre 0 et 2 A

- Régulation de vitesse

Amplificateur différentiel et dispositif de retour tachymétrique pour illustration d'une boucle de régulation de vitesse

TRAVAUX PRATIQUES SUR LES MONTAGES HACHEURS

A) ETUDE DU HACHEUR SERIE

I. FONCTIONNEMENT DU CIRCUIT DE COMMANDE (FIGURE 1)

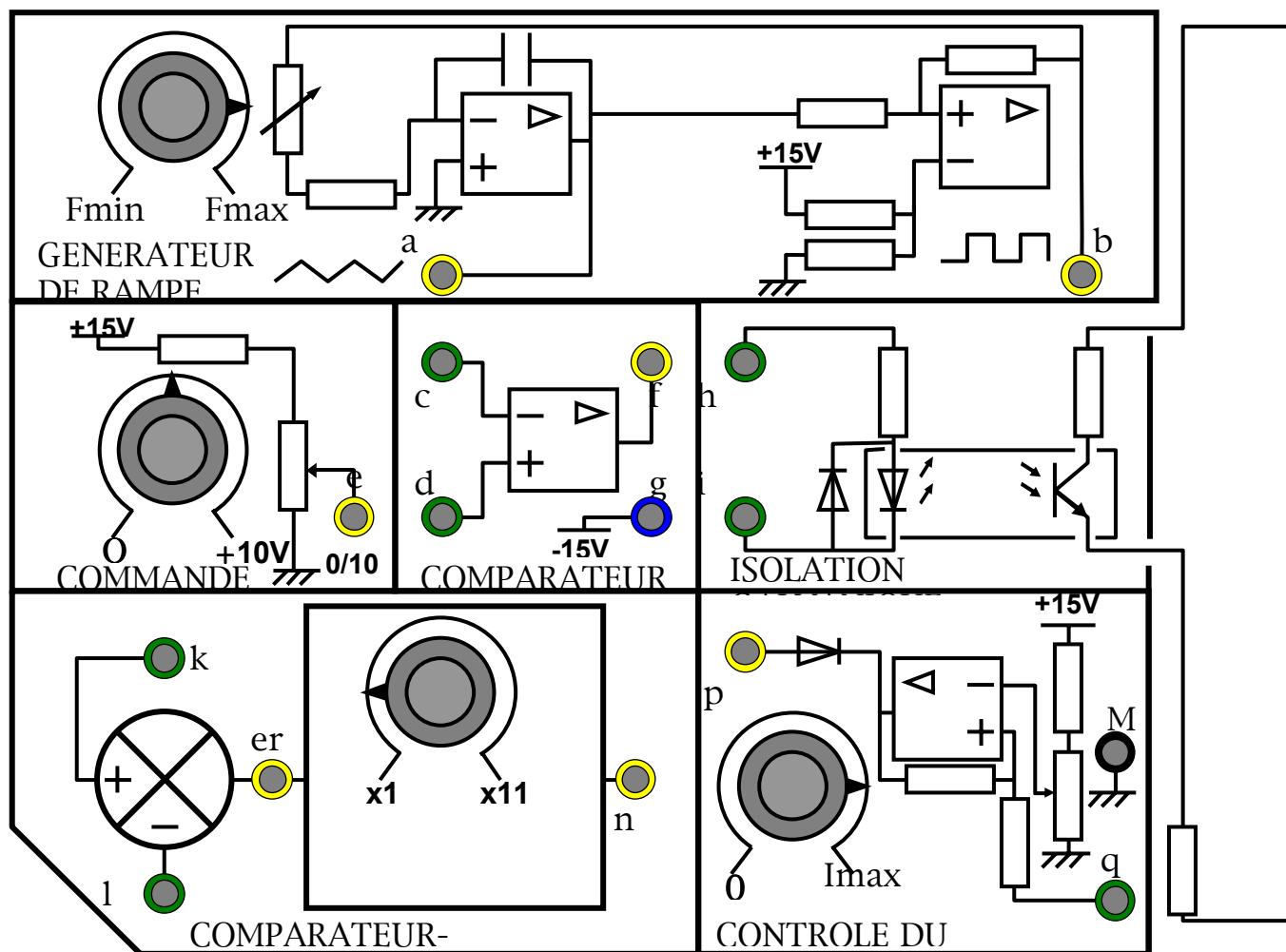
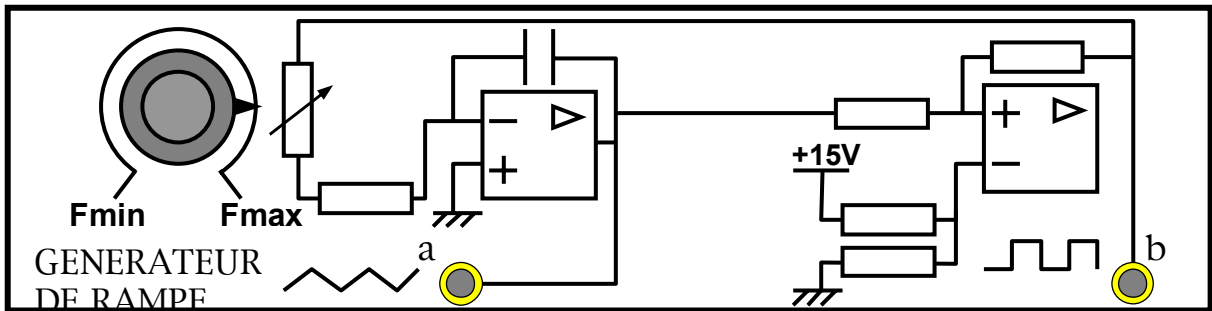


FIGURE 1

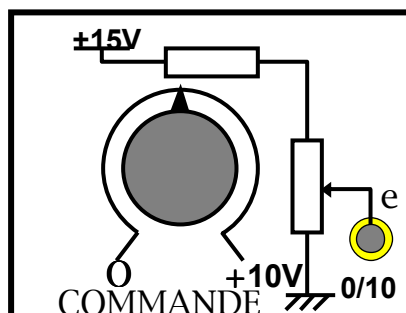
Alimenter le circuit en $\pm 15 V$ par une alimentation double ou par une alimentation simple associée à un symétriseur.

Générateur de rampe :



- Quel est le rôle du premier amplificateur opérationnel (amplificateur de gauche) ? Fonctionne-t-il en régime linéaire ou en régime non linéaire ?
- Quelle fonction réalise le second amplificateur opérationnel ? Fonctionne-t-il en régime linéaire ou en régime non linéaire ?
- Quelle est l'influence de la résistance variable R_h sur le fonctionnement du montage ?
- Visualiser, à l'oscilloscope, les tensions de sortie du premier et du second amplificateur opérationnel. Justifier le nom de **générateur de rampe** donné au montage réalisé par l'association des deux amplificateurs opérationnels.

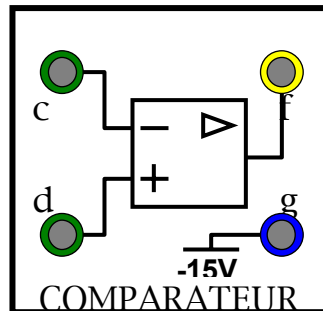
Commande :



- Quel qualificatif peut-on donner à ce montage?
- Déplacer le curseur du potentiomètre P et vérifier que la tension de sortie évolue entre 0 V et +10 V.

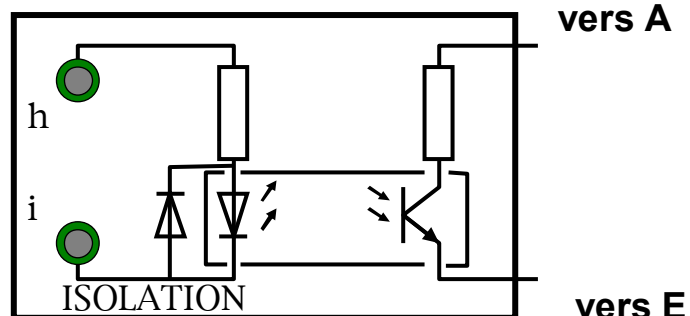
HACHEUR un quadrant

Comparateur :



- Appliquer la sortie du module commande à l'entrée non inverseuse du comparateur.
- Appliquer la sortie triangulaire du générateur de rampe à l'entrée inverseuse du comparateur.
- Visualiser, à l'oscilloscope, la tension de sortie du comparateur.
- Agir sur le potentiomètre P . Comment évolue la tension de sortie ?
- Agir sur la résistance R_h . Comment évolue la tension de sortie ?

Isolation :



- Le générateur de rampe et la commande sont associés au comparateur comme cela est indiqué dans le paragraphe précédent. Relier la sortie du comparateur à l'entrée h du circuit isolation et la borne i de ce circuit à - 15 V (borne g par exemple).

Relier la borne A à + 15 V et la borne E à la masse.

- Brancher un oscilloscope entre la sortie de l'optocoupleur et E.

HACHEUR un quadrant

- Agir sur le potentiomètre P . Comment évolue la tension de sortie de l'optocoupleur?
- Agir sur la résistance R_h . Comment évolue cette même tension ?
- Justifier le nom d'isolation donné à ce circuit.

II. HACHEUR A TRANSISTOR

1° Montage :

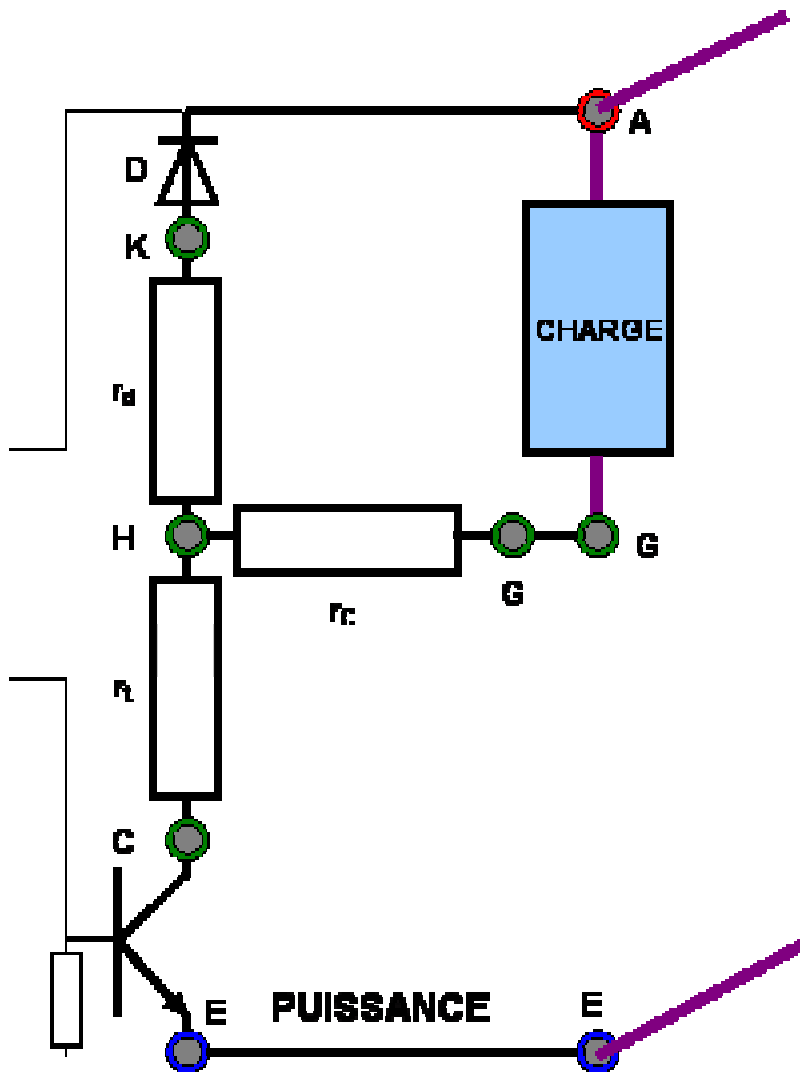


Figure 2

Nous travaillons à partir du montage de la FIGURE 2. Le montage complet est représenté en annexe. La charge est un circuit $R-L$: une bobine d'inductance L pouvant varier de 0,1 H

HACHEUR un quadrant

à 1,1 H de résistance interne $r = 10 \Omega$ en série avec rhéostat de résistance R réglable de 0Ω à 1000Ω .

2° Travail à réaliser :

Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation simultanée de la tension u_C aux bornes de la charge ainsi que l'intensité i du courant la traversant.

a) Influence du rapport cyclique.

L'inductance L est réglée à sa valeur maximale et $R = 10 \Omega$.

- Relever les oscillogrammes de $u_C(t)$, $i(t)$, $i_d(t)$ et $i'(t)$ pour $\alpha = 0,25$ puis $\alpha = 0,75$.
- Quel est le rôle de la diode D ?
- Mesurer les valeurs moyennes $\langle u_C \rangle$ et $\langle i \rangle$ pour différentes valeurs de α , puis tracer $\langle u_C \rangle(\alpha)$ et $\langle i \rangle(\alpha)$.

b) Influence de la résistance R de la charge.

L'inductance L est réglée à sa valeur maximale et le rapport cyclique α à $0,75$.

- Relever les oscillogrammes de $u_C(t)$, $i(t)$ pour :
 $R = 0, 10 \Omega, 50 \Omega, 100 \Omega, 500 \Omega$ puis 1000Ω .
- Mesurer dans chacun des cas $\langle i \rangle$ et la valeur maximale de l'ondulation du courant Δi .
- Calculer le taux d'ondulation $\tau = \Delta i / \langle i \rangle$ et tracer la courbe $\tau(R)$. A partir du graphe précédent, retrouver la valeur de L_{\max} .

HACHEUR un quadrant

c) Influence de l'inductance L de la charge .

La résistance R est réglée à 10Ω et le rapport cyclique α à $0,75$.

- Comment varient $\langle u_C \rangle$, $\langle i \rangle$ et Δi quand L augmente ?
- Mesurer $\langle u_C \rangle$, $\langle i \rangle$ et Δi pour L_{\max} et retrouver la valeur de L_{\max} .

d) Influence de la constante $\tau = L/R$ de la charge .

Le rapport cyclique étant réglé à $\alpha = 0,75$ indiquer l'influence de la constante $\tau = L/R$ sur l'ondulation Δi du courant en observant les oscillogrammes de $i(t)$ obtenus à partir de valeurs différentes de L et R telles que le rapport L/R reste constant.

e) Influence de la nature de la charge.

- Remplacer le circuit $R-L$ par un petit moteur à aimant permanent. Observer l'influence du rapport cyclique sur le fonctionnement du moteur. Relever la tension $u_C(t)$ et le courant $i(t)$ traversant le moteur pour deux valeurs différentes du rapport cyclique.

- Ajouter en série avec le moteur une inductance ($0,3 \text{ H}$ par exemple).

- Quelle est l'influence de cette inductance sur la forme de l'intensité du courant traversant le moteur ?

B) ETUDE DU HACHEUR SERIE AVEC CONTROLE EN COURANT

I. MONTAGE

Partie commande

Réaliser le montage de la figure 1

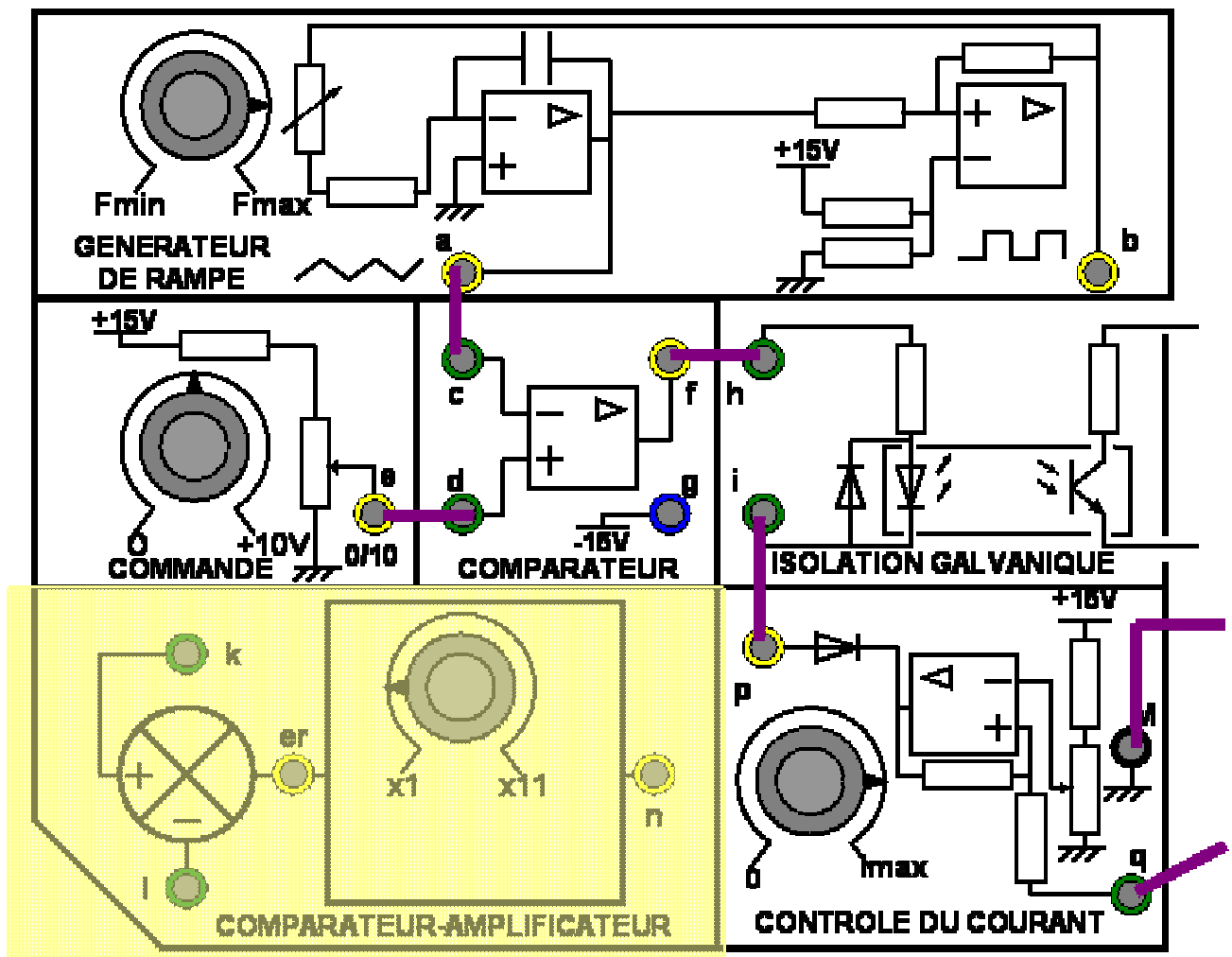


Figure 1

HACHEUR un quadrant

Partie puissance et contrôle en courant

Réaliser le montage de la figure 2

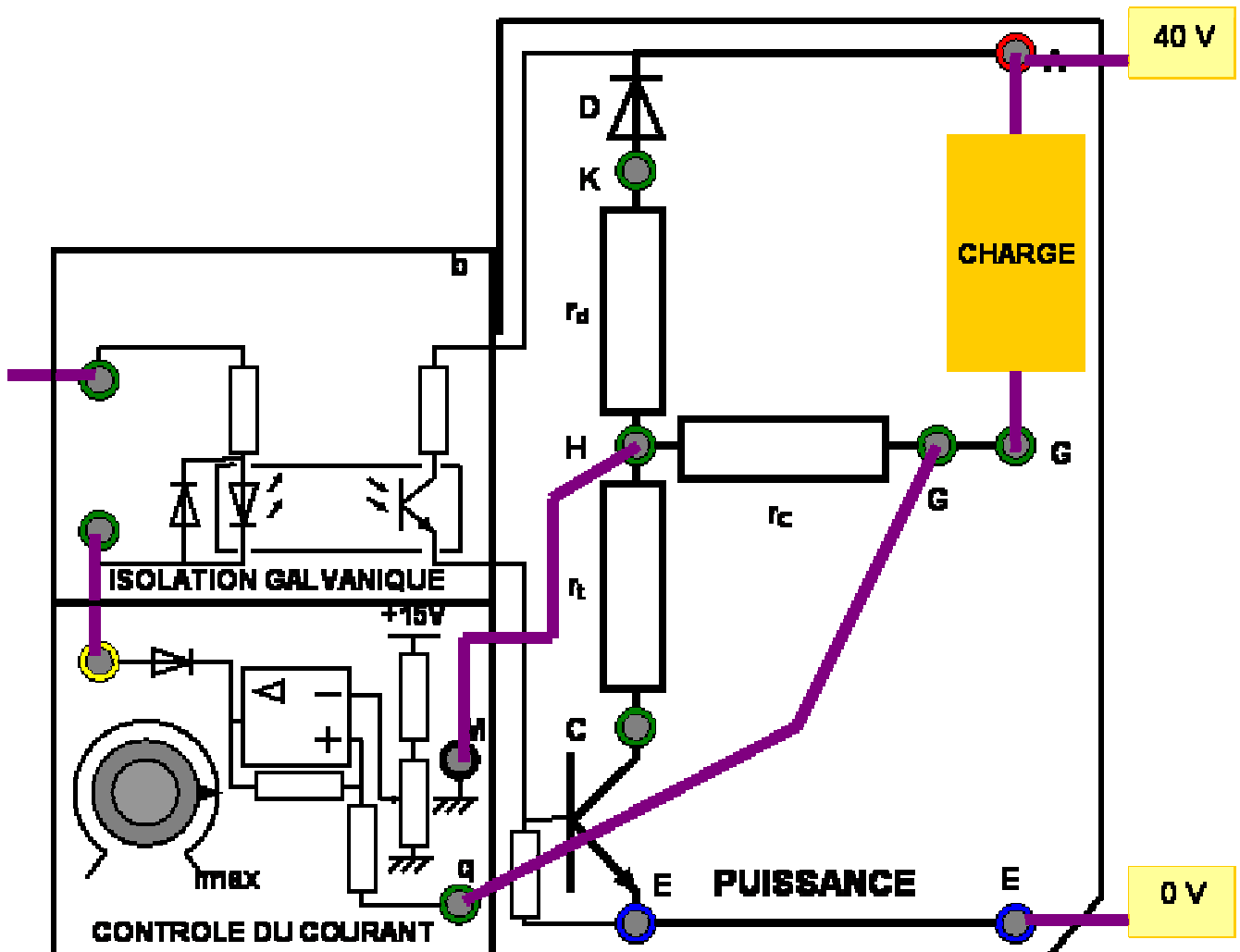


Figure 2

II. EXPERIMENTATION

La charge est un circuit RL : L est l'inductance d'une bobine 1 H, 10Ω et R est la résistance d'un rhéostat de 120Ω , 2 A. La tension d'alimentation est réglée à 40 V.

HACHEUR un quadrant

1° Réglages préliminaires :

a) $R = 120 \Omega$

Le réglage du contrôle en courant est sur la position I_{\max} . Par action sur le potentiomètre P du circuit de commande, ajuster la valeur moyenne de la tension u_c aux bornes de la charge a une valeur de 30 V.

b) $R = 0 \Omega$

Par action sur le potentiomètre P' du circuit de contrôle en courant, ajuster la valeur moyenne de l'intensité i_c du courant traversant la charge a une valeur de 0,8 A.

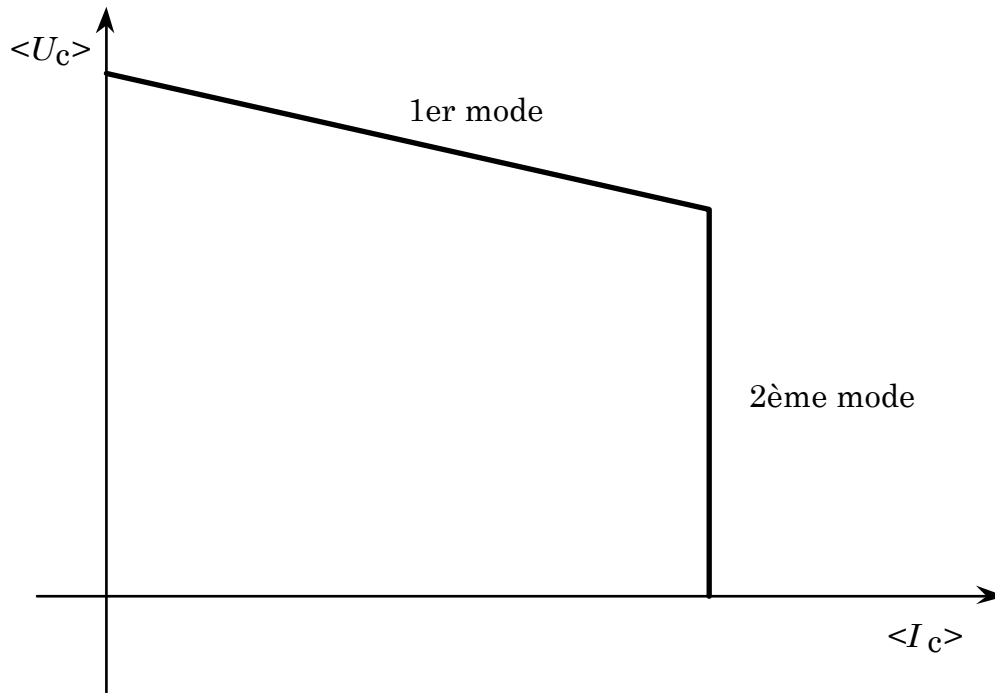
2° Expériences :

a) En agissant sur la résistance R du rhéostat de charge, relever les valeurs de R , de la tension moyenne $\langle u_c \rangle$ aux bornes de la charge et de l'intensité moyenne $\langle i_c \rangle$ du courant qui la traverse,

Tracer les caractéristiques :

$\langle u_c \rangle(R)$, $\langle i_c \rangle(R)$ et $\langle u_c \rangle (\langle i_c \rangle)$. Observer les deux modes de fonctionnement suivants :

HACHEUR un quadrant



b) Etude des deux modes de fonctionnement :

• 1^{er} Mode :

Relever l'évolution de l'intensité du courant fourni par l'alimentation en fonction de $\langle I_c \rangle$.

• 2^{ème} Mode :

Relever l'évolution de l'intensité du courant fourni par l'alimentation en fonction de $\langle U_c \rangle$.

Relever un oscillogramme de $u_c(t)$.

c) Bilan énergétique :

Pour cinq points de fonctionnement, mesurer la puissance d'entrée et la puissance de sortie.

C) HACHEUR SERIE FONCTIONNEMENT EN GENERATEUR DE COURANT

I. MONTAGE

Réaliser le montage de la figure 1

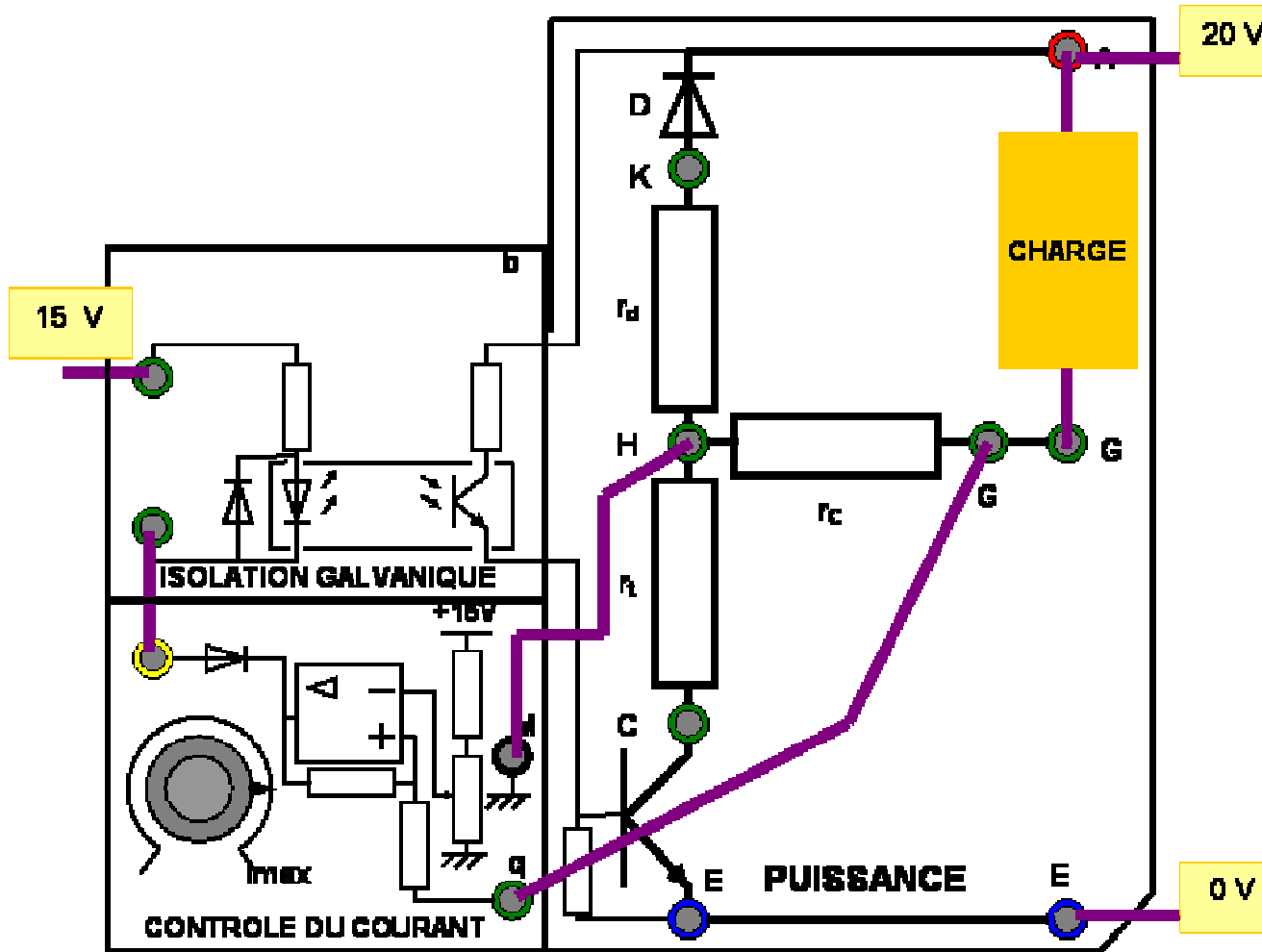


FIGURE 1

II. EXPERIMENTATION

1° Etude sur charge $R L$

L'inductance L peut prendre des valeurs comprises entre 0,1 H et 1 H.

La résistance totale du circuit de charge peut varier de 10 Ω à 50 Ω .

- $R_T = 10 \Omega$

Agir sur le potentiomètre P' (du contrôle en courant) pour régler la valeur moyenne de l'intensité du courant traversant la charge à 0,8 A.

Pour $L = 0,1$ H puis pour $L = 1$ H, relever les oscillogrammes de $u_C(t)$ et de $i_C(t)$.

Expliquer le fonctionnement du montage.

- $L = 1$ H

Faire varier la résistance du rhéostat de charge.

Pour quelques valeurs de R , relever les valeurs moyennes $\langle u_C \rangle$ et $\langle i_C \rangle$ de la tension aux bornes de la charge et de l'intensité qui la traverse ainsi que leur fréquence f .

Tracer les graphes :

- * $\langle u_C \rangle$ ($\langle i_C \rangle$),

- * $\langle u_C \rangle$ (R),

- * $\langle f \rangle$ (R).

Interpréter les courbes et conclure.

- $L = 0,1$ H

Recommencer la manipulation précédente avec cette nouvelle valeur de l'inductance.

Comparer les courbes obtenues aux précédentes.

2° Etude sur charge E, R, L

La charge est un banc de machines électriques constitué d'un moteur à courant continu et d'une génératrice.

Court-circuiter la génératrice.

HACHEUR un quadrant

Agir sur le potentiomètre P' (du contrôle en courant) pour régler la valeur moyenne de l'intensité du courant traversant la charge à 0,8 A.

Remplacer le court-circuit de la génératrice par un rhéostat de charge.

En faisant varier la résistance du rhéostat de charge de la génératrice, relever les valeurs moyennes $\langle u_c \rangle$ et $\langle i_c \rangle$ de la tension aux bornes du moteur et de l'intensité qui le traverse ainsi que sa vitesse de rotation n .

Tracer les graphes :

* $\langle u_c \rangle$ ($\langle i_c \rangle$),

* $\langle u_c \rangle$ (n),

* $\langle i_c \rangle$ (n).

Quel est le comportement du moteur pour ce type de fonctionnement ?

Pour le fonctionnement nominal du moteur, effectuer un bilan de puissance (entrée du montage hacheur et sortie).

D) ETUDE DU HACHEUR SURVOLTEUR

I. SCHEMA DU MONTAGE

Montage de la partie commande (figure 1)

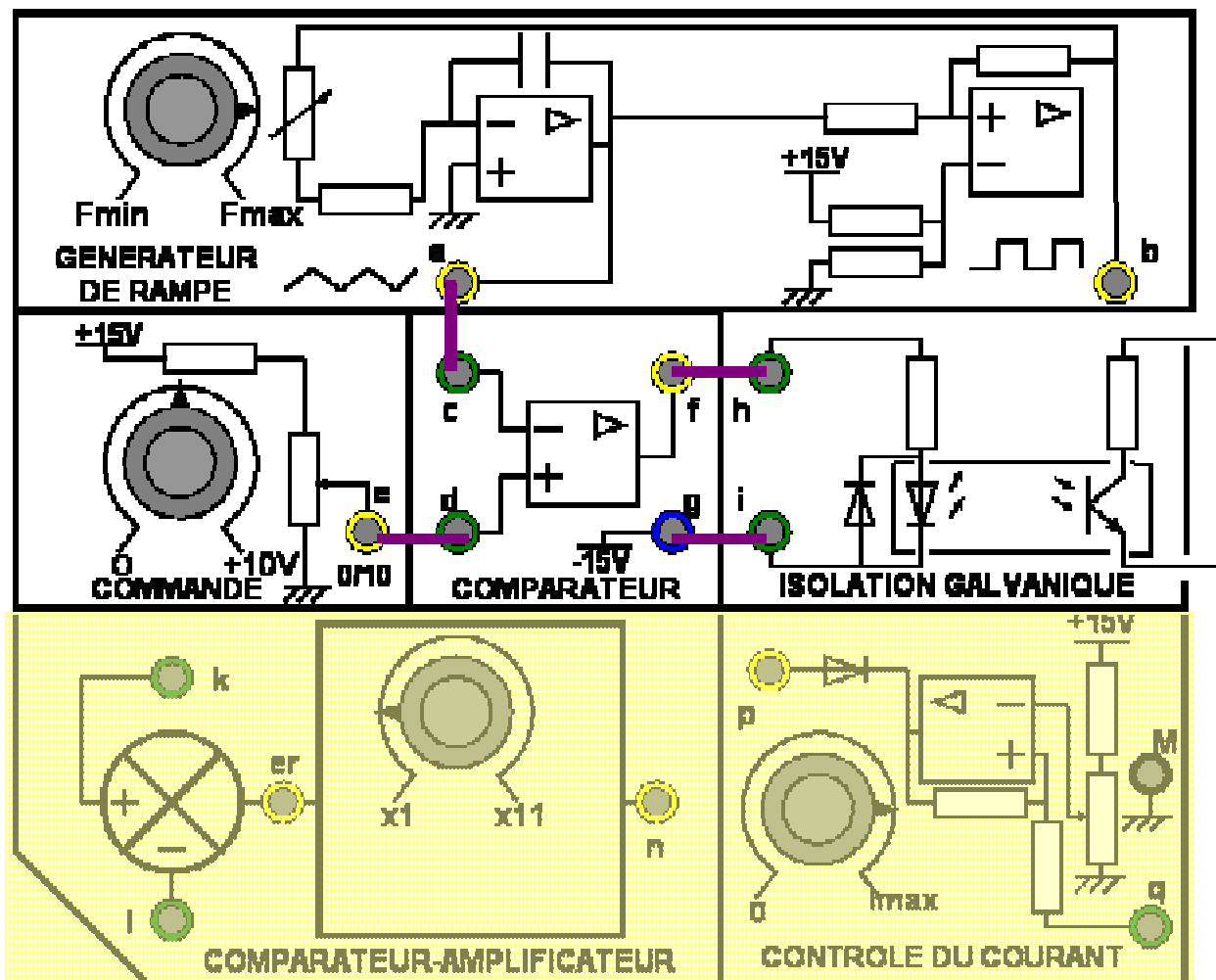


Figure 1

Montage de la partie puissance (figure 2)

HACHEUR un quadrant

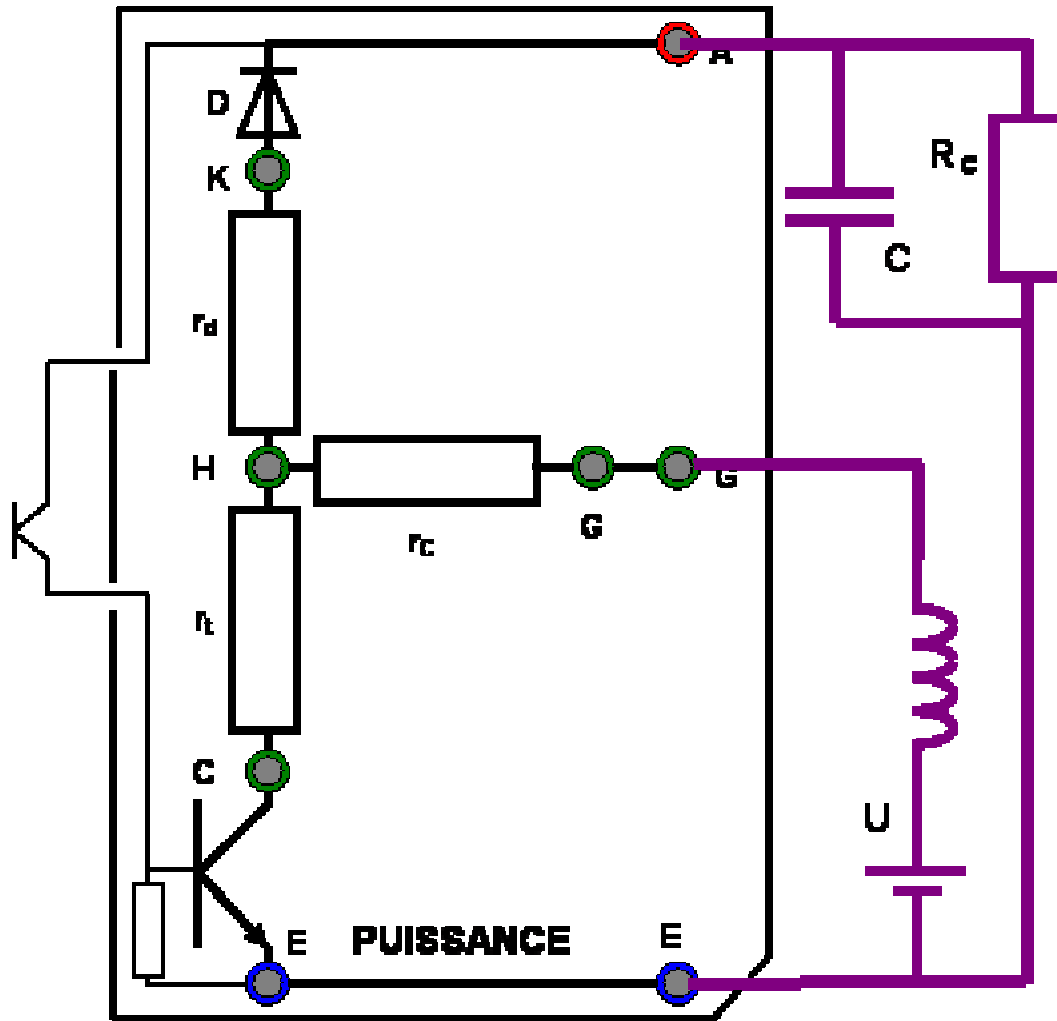


Figure 2

II. EXPERIMENTATION

La tension d'alimentation est réglée à $U = 30 \text{ V}$. L'inductance de la bobine en série avec la tension d'alimentation est réglable de $0,1 \text{ H}$ à 1 H . Le condensateur a une capacité $C = 470 \mu\text{F}$. La résistance R_c est la résistance d'un rhéostat de 1000Ω .

- $\alpha = 0,5$ et $L = 0,1 \text{ H}$

Par action sur la résistance R_c , régler la valeur moyenne $\langle i_c \rangle$ du courant fourni par l'alimentation à une valeur comprise entre 0 et 1 A .

HACHEUR un quadrant

Relever, en concordance des temps, les oscillogrammes de i_d , i_c , i_t (intensités des courants traversant respectivement les résistances r_d , r_c et r_t) et de v_{CE} (tension collecteur-base du transistor).

Rechercher les modes de fonctionnements bloqué et saturé du transistor.

- $L = 0,1 \text{ H}$ et $R_c = 500 \Omega$

Pour différentes valeurs du rapport cyclique α , relever les valeurs correspondantes de la tension moyenne $\langle u_{Rc} \rangle$ aux bornes du circuit R, C .

Tracer la caractéristique $\langle u_{Rc} \rangle(\alpha)$.

Déterminer expérimentalement les limites que l'on peut donner au rapport cyclique α pour un fonctionnement correct du montage .

Le nom de hacheur survolteur est-il justifié ?

Faire un bilan de puissance (entrée, sortie).

- $L = 0,1 \text{ H}$ et $\alpha = 0,5$

Pour différentes valeurs de la résistance R_c (comprises entre 300Ω et 1000Ω), relever les valeurs correspondantes de la tension moyenne $\langle u_{Rc} \rangle$ aux bornes du circuit R, C .

Tracer la caractéristique $\langle u_{Rc} \rangle(R_c)$.

Faire un bilan de puissance (entrée, sortie).

E) ETUDE DU HACHEUR SURVOLTEUR AVEC CONTROLE DU COURANT

I. SCHEMA DU MONTAGE

Montage de la partie commande (figure 1)

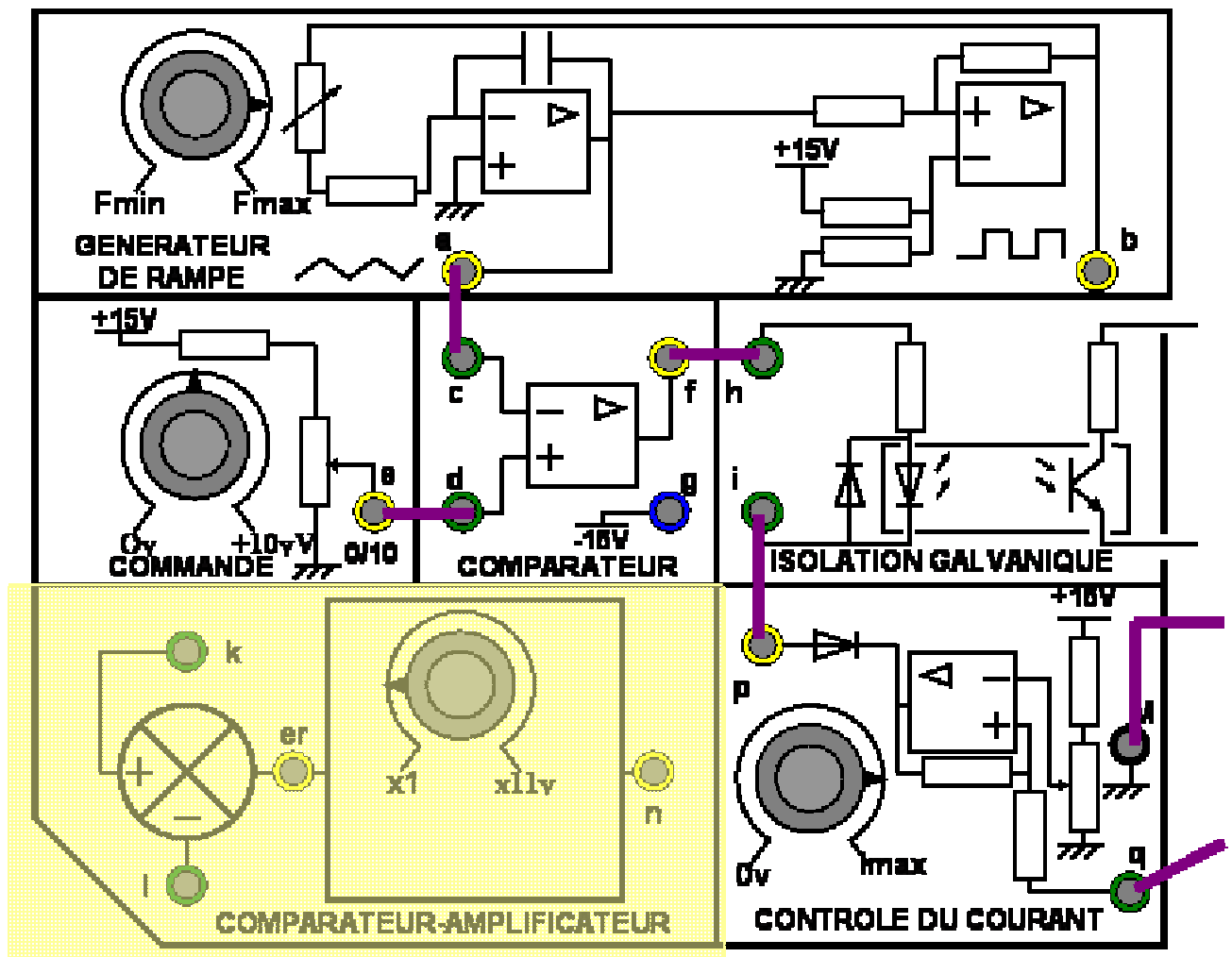


Figure 1

HACHEUR un quadrant

Montage de la partie puissance (fig.2)

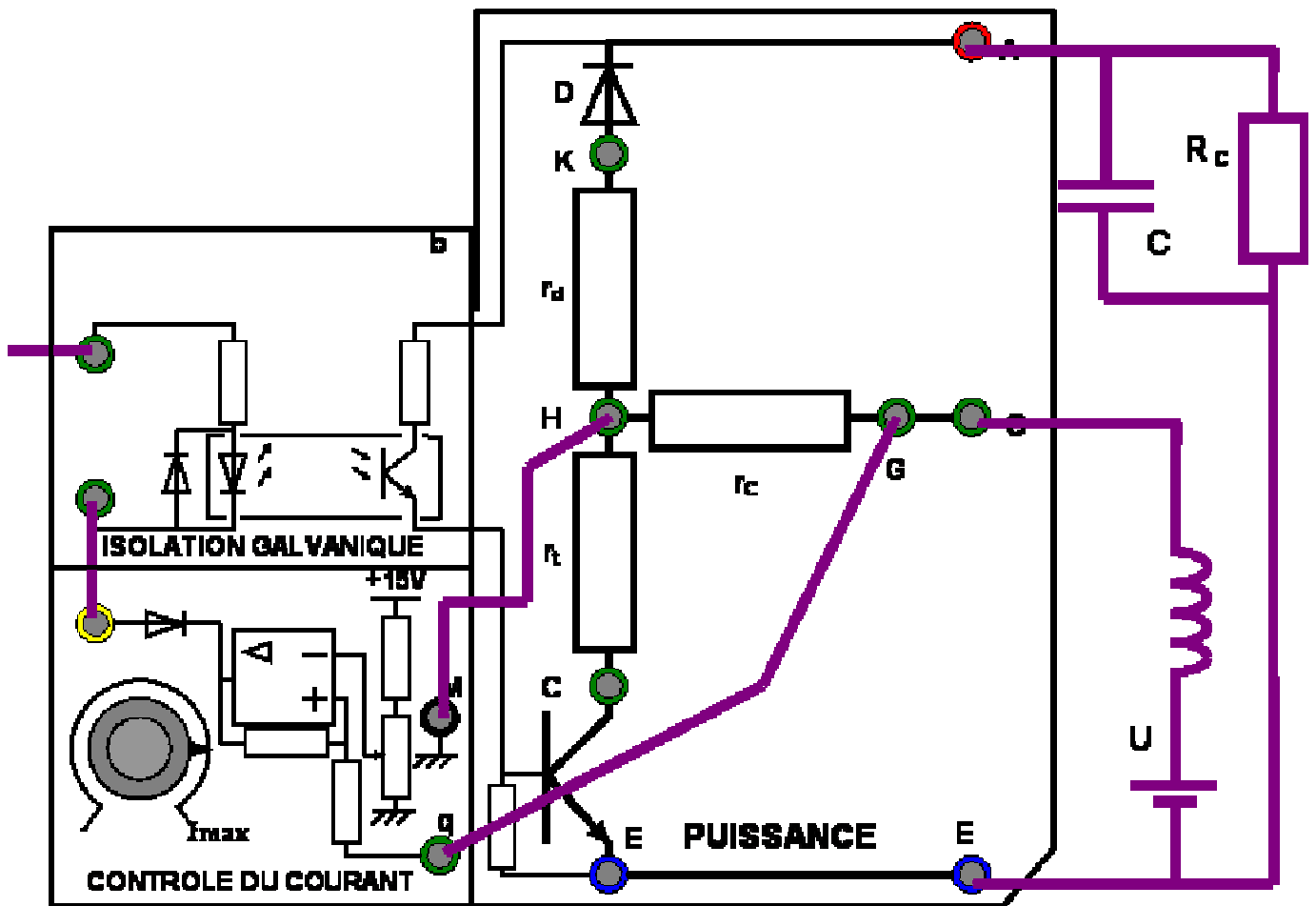


Figure 2

II. EXPERIMENTATION

La tension d'alimentation est réglée à $U = 30 \text{ V}$. L'inductance de la bobine en série avec la tension d'alimentation est réglable de 0,1 H à 1 H. Le condensateur a une capacité $C = 470 \mu\text{F}$. La résistance R_c est la résistance d'un rhéostat de 1000 Ω .

HACHEUR un quadrant

- Pour $R_C = 1000 \Omega$

Relever, en concordance des temps, les oscillogrammes de i_d , i_c , i_t (intensités des courants traversant respectivement les résistances r_d , r_c et r_t) et de v_{CE} (tension collecteur-base du transistor).

- En agissant sur la commande du contrôle en courant, relever la tension moyenne aux bornes du circuit RC : $\langle u_{RC} \rangle$ ainsi que la valeur moyenne $\langle i_c \rangle$ de l'intensité du courant fourni par l'alimentation (se limiter à des valeurs de $\langle i_c \rangle$ comprises entre 0 et 1 A).

Tracer la caractéristique $\langle u_{RC} \rangle(\langle i_c \rangle)$

F) Régulation de la vitesse d'un moteur à courant continu

ATTENTION : cette étude expérimentale a été faite en utilisant des machines ayant les caractéristiques de celles disponibles sur la maquette asservissement de vitesse.

Pour tout autre machine les valeurs numériques du texte ne sont pas utilisables.

Les caractéristiques nominales sont :

$U_n = 12 \text{ V}$, $I_n = 0,43 \text{ A}$, $n_n = 3700 \text{ tr/min}$, $T_n = 7,7 \text{ mNm}$,
 $P_u = 3 \text{ W}$, $P_a = 6,2 \text{ W}$.

Les caractéristiques à vide sont (sous tension nominale)
:

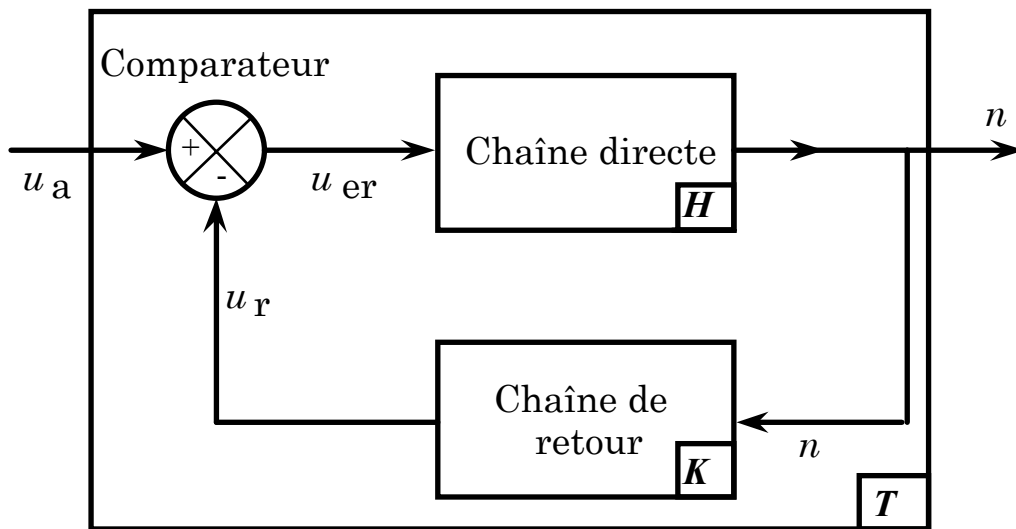
$n_v = 5000 \text{ tr/min}$, $I_v = 0,1 \text{ A}$, $P_{av} = 1,2 \text{ W}$.

Autres caractéristiques des machines :

3 lames au collecteur, résistance 8Ω , inductance 10 mH , constante de couple $0,0214 \text{ Nm/A}$, constante de temps électrique $1,3 \text{ ms}$, constante de temps mécanique 36 ms , inertie 19 g.cm^2 , masse 96 g .

SYNOPTIQUE

Le synoptique suivant illustre les trois maillons principaux que l'on trouve dans l'ensemble des systèmes bouclés.



I. Préparation

La transmittance du système bouclé est donnée par la relation :

$$T = n/u_a$$

Celle de la chaîne directe est :

$$H = n/u_{er}$$

Celle de la chaîne de retour est :

$$K = u_r/n$$

Donner l'expression du facteur de régulation $F = 1 + HK$.

HACHEUR un quadrant

On désire que pour une tension affichée $u_a = 4 \text{ V}$ corresponde une vitesse $n_0 = 40 \text{ tr/s}$ à vide.

Calculer la transmittance T du système.

Quelles doivent être les valeurs de H et K pour que le facteur de régulation soit :

* de 2,

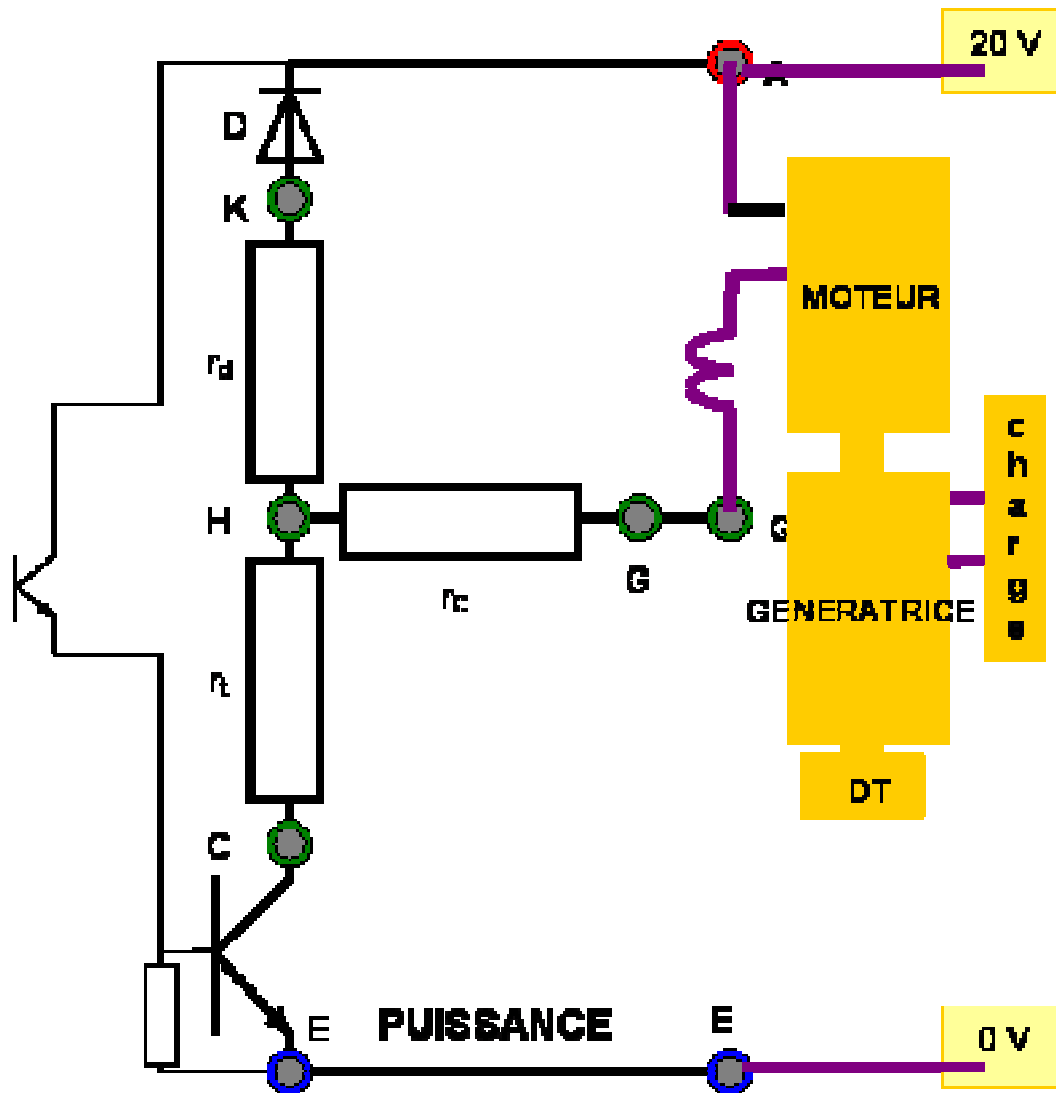
* puis de 5.

II. Etude expérimentale

a) Caractéristique $n(i)$ du groupe tournant

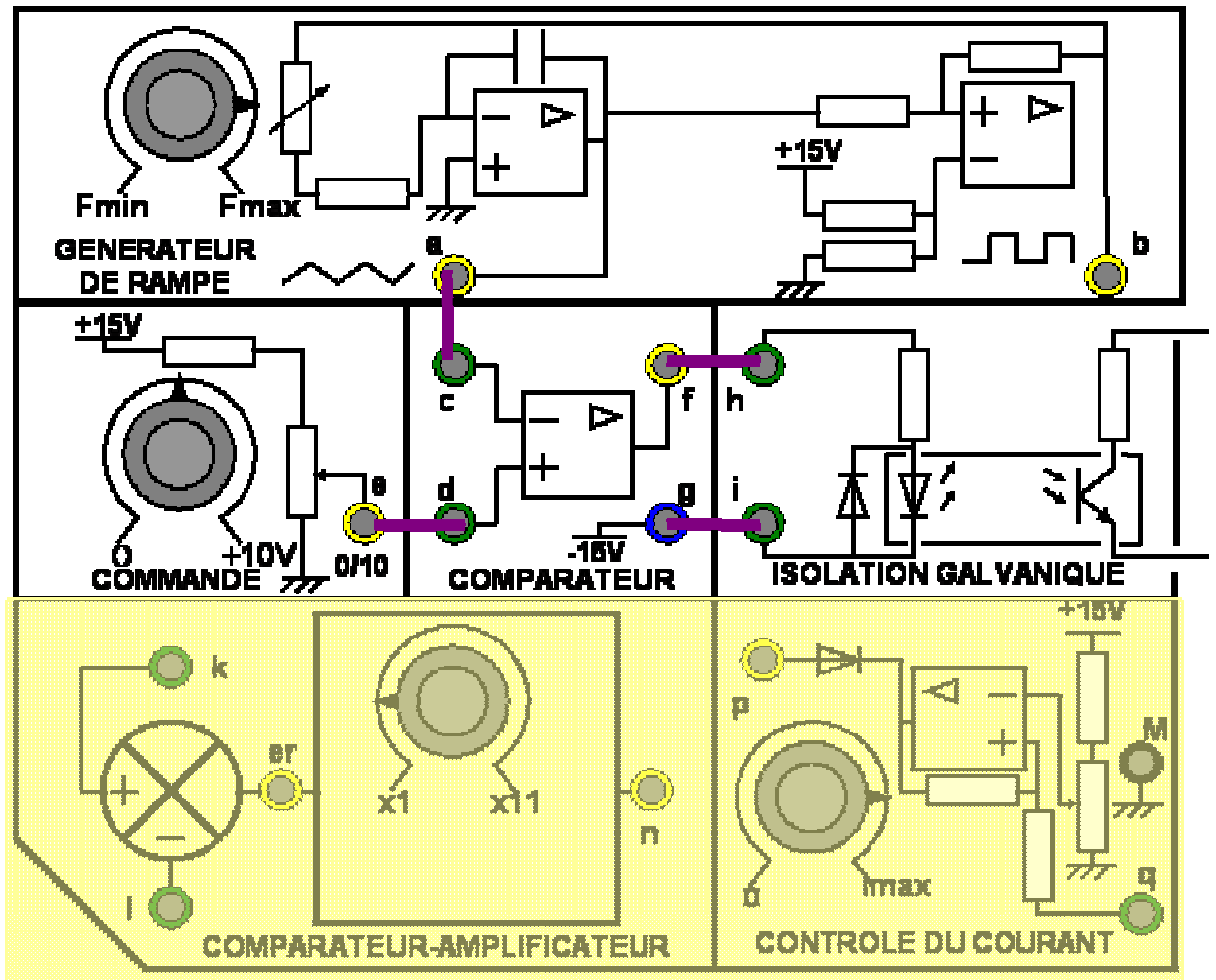
Câblage de la partie puissance

HACHEUR un quadrant



Câblage de la partie commande

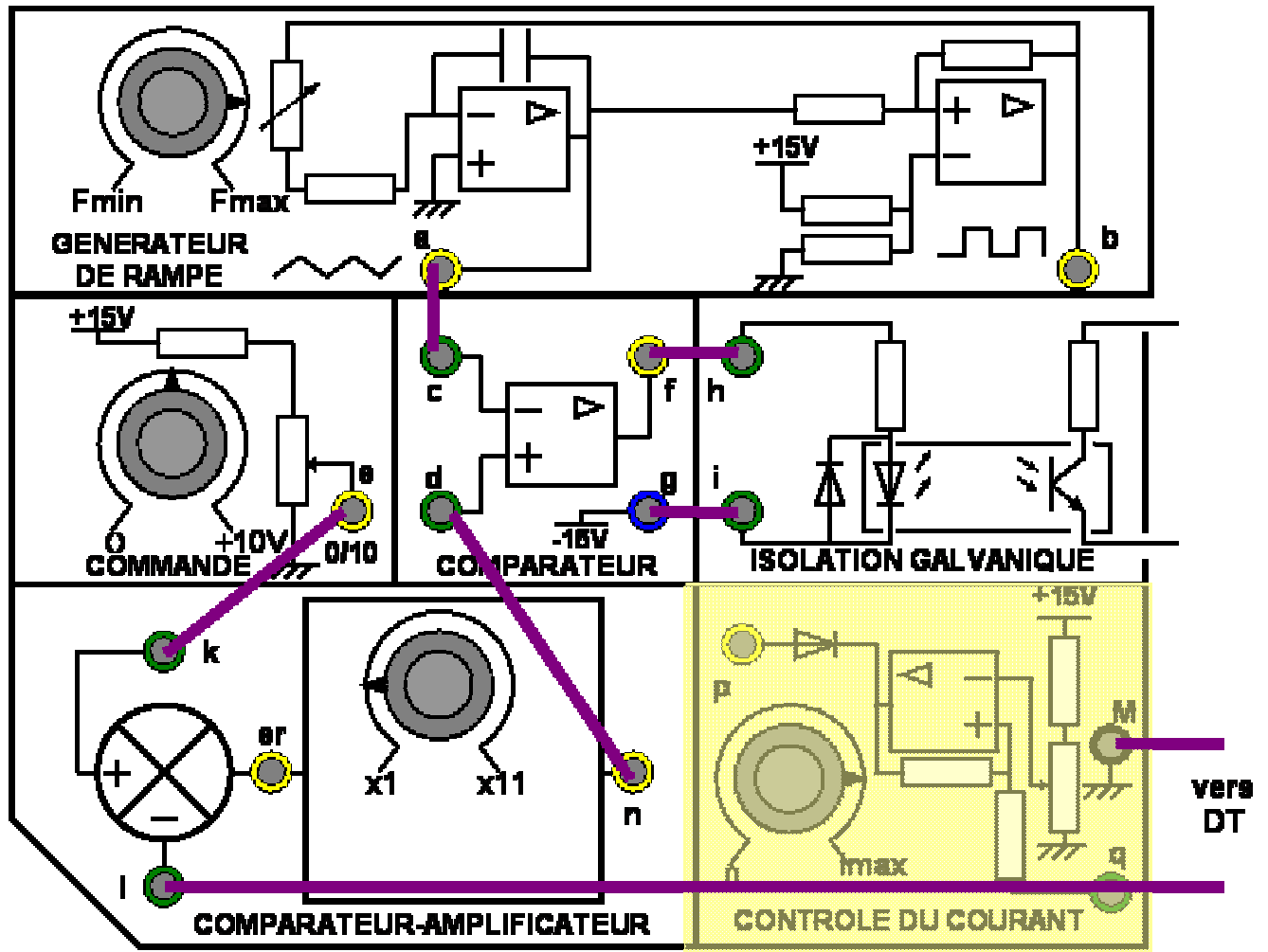
HACHEUR un quadrant



- Appliquer en *d*, une tension continue u_{co} telle que l'on ait à vide, une vitesse $n = n_0 = 40$ tr/s.
- Charger le moteur par un rhéostat ($120 \Omega/2$ A par exemple) branché aux bornes de la génératrice et relever la caractéristique $n(i)$ pour $u_c = u_{co}$, i étant le courant fourni par la génératrice.

HACHEUR un quadrant

b) Régulation de la vitesse du moteur



- Appliquer en **k** une tension de consigne u_k telle que l'on ait :

$$u_{er} = n_0/H$$

(H pour $F = 5$)

- Agir sur le potentiomètre de la chaîne directe pour que l'on ait :

$$n = n_0$$

- Déterminer la valeur de K

HACHEUR un quadrant

- En conservant la même valeur pour u_k , relever la caractéristique $n(i)$ du groupe tournant.

c) Exploitation des résultats

* Sur un même graphe, tracer les deux caractéristiques $n(i)$ obtenues :

- $n(i)$ en boucle ouverte,
- $n(i)$ en boucle fermée,

* Comparer les pentes des deux droites obtenues

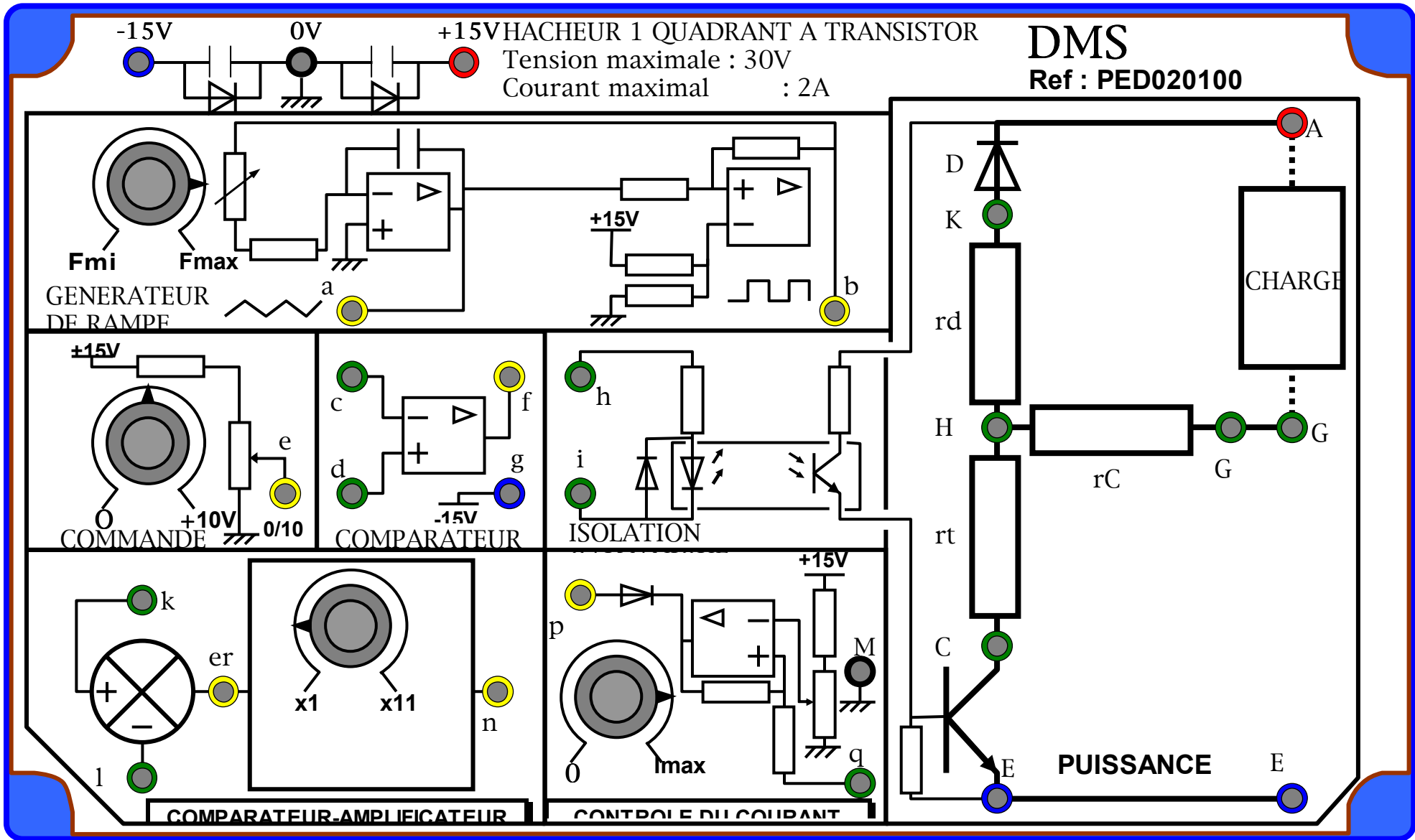
* Déterminer le facteur de régulation du système en boucle fermée.

* Recommencer l'expérimentation pour un facteur de régulation plus élevé. Qu'observe-t-on ?

Annexe 1

Plan de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR

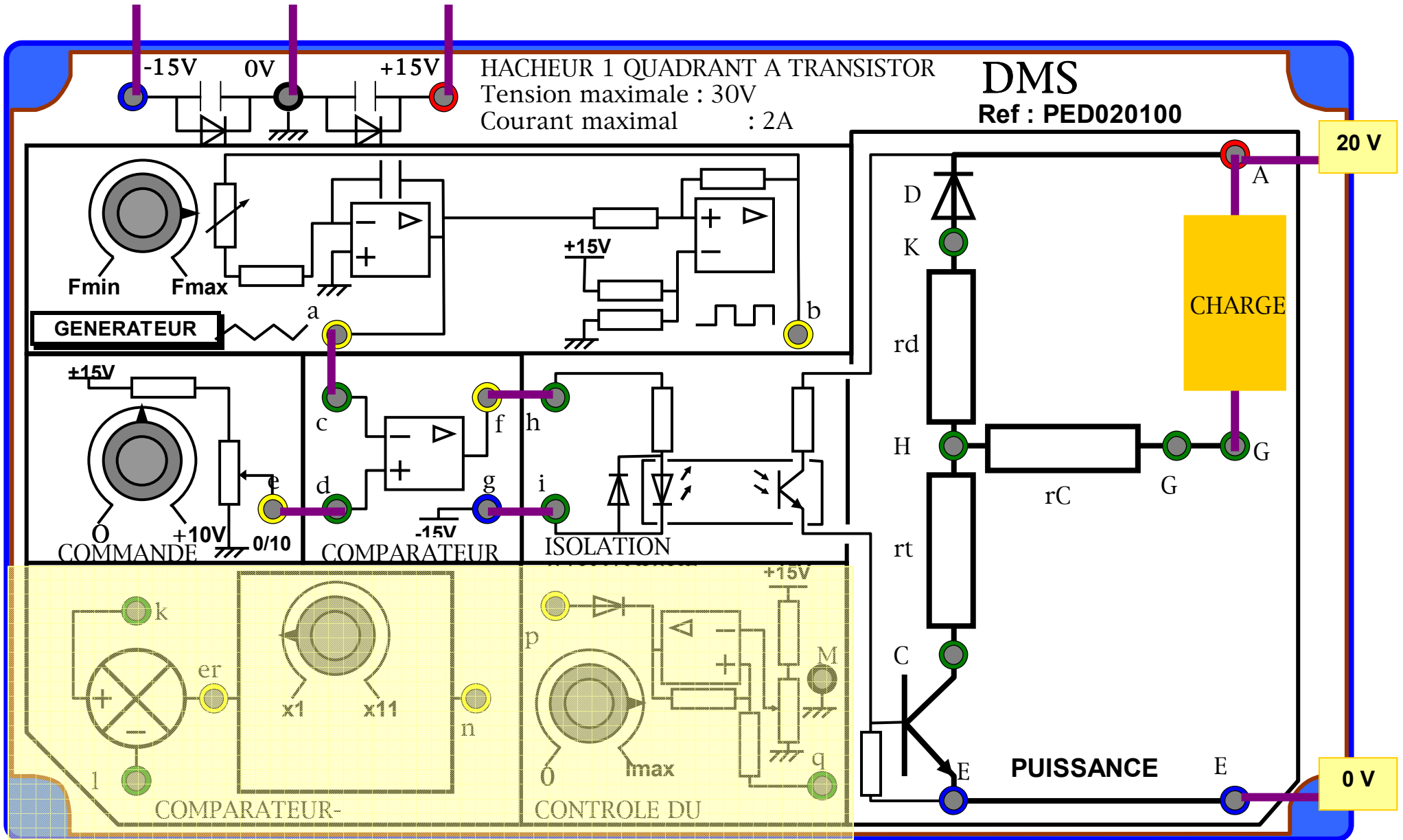
HACHEUR un quadrant



Annexe 2

**Schéma de câblage de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR
pour un fonctionnement en HACHEUR DEVOLTEUR**

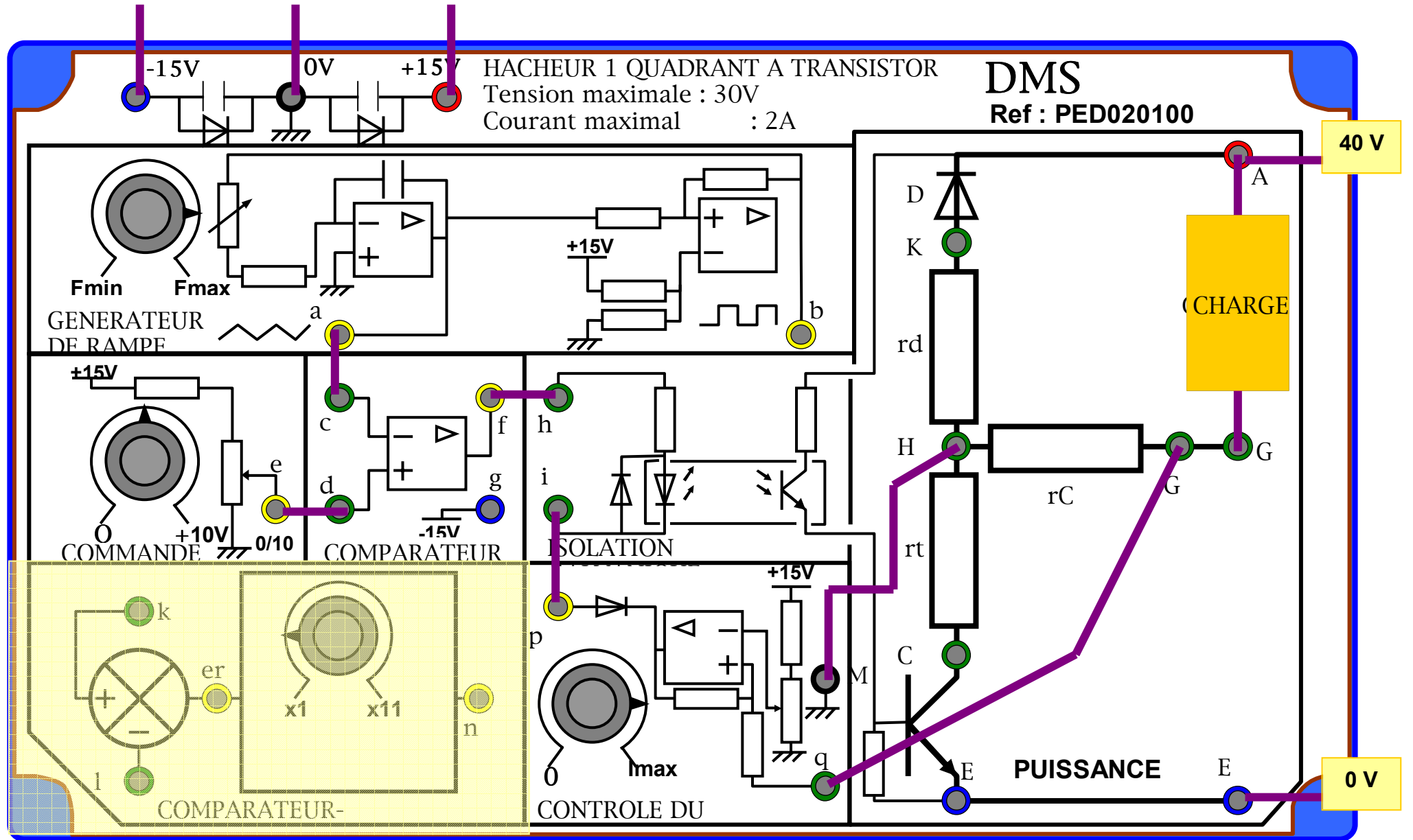
HACHEUR un quadrant



Annexe 3

**Schéma de câblage de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR
pour un fonctionnement en HACHEUR DEVOLTEUR
AVEC CONTROLE EN COURANT**

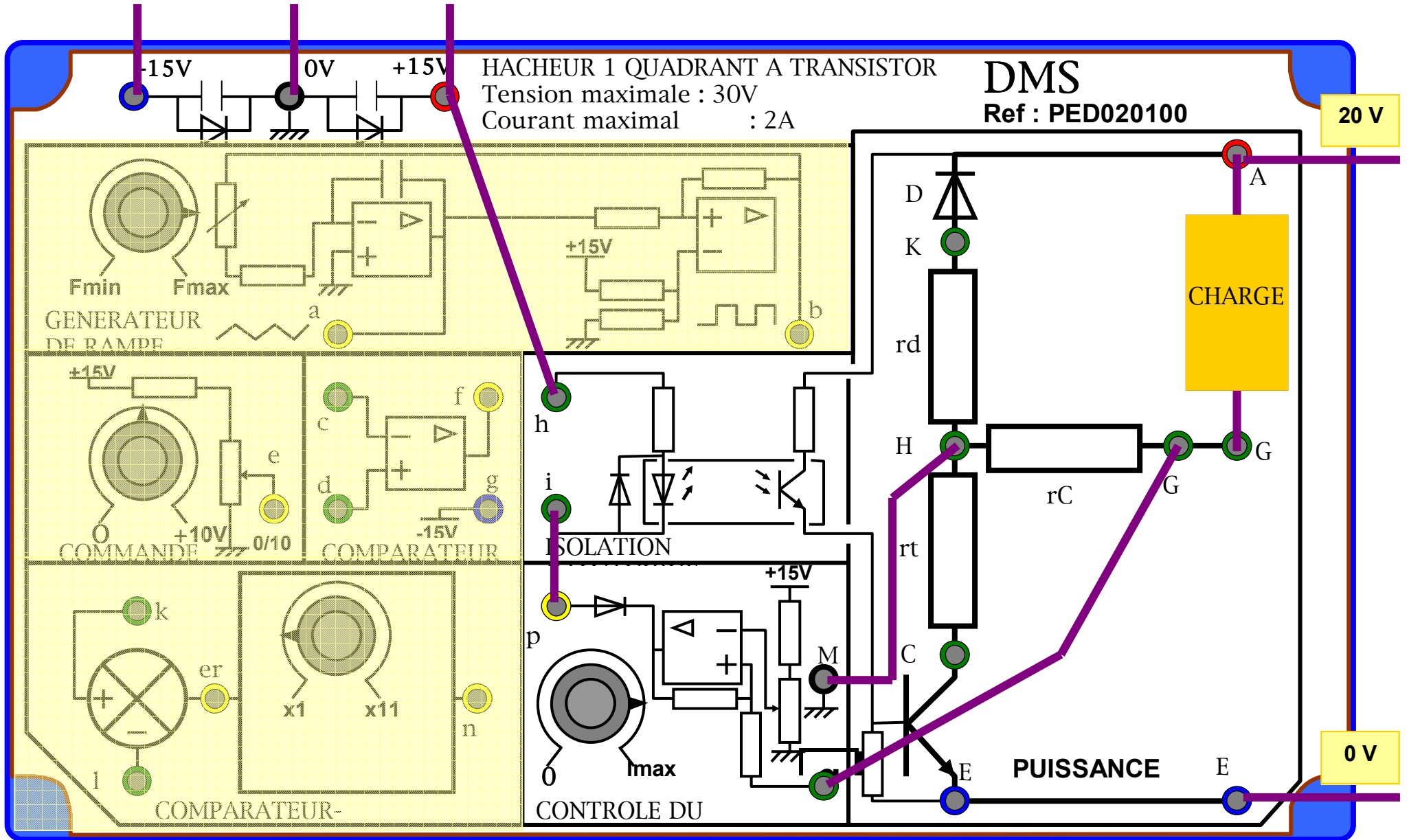
HACHEUR un quadrant



Annexe 4

**Schéma de câblage de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR
pour un fonctionnement en HACHEUR DEVOLTEUR
fonctionnant EN GENERATEUR DE COURANT**

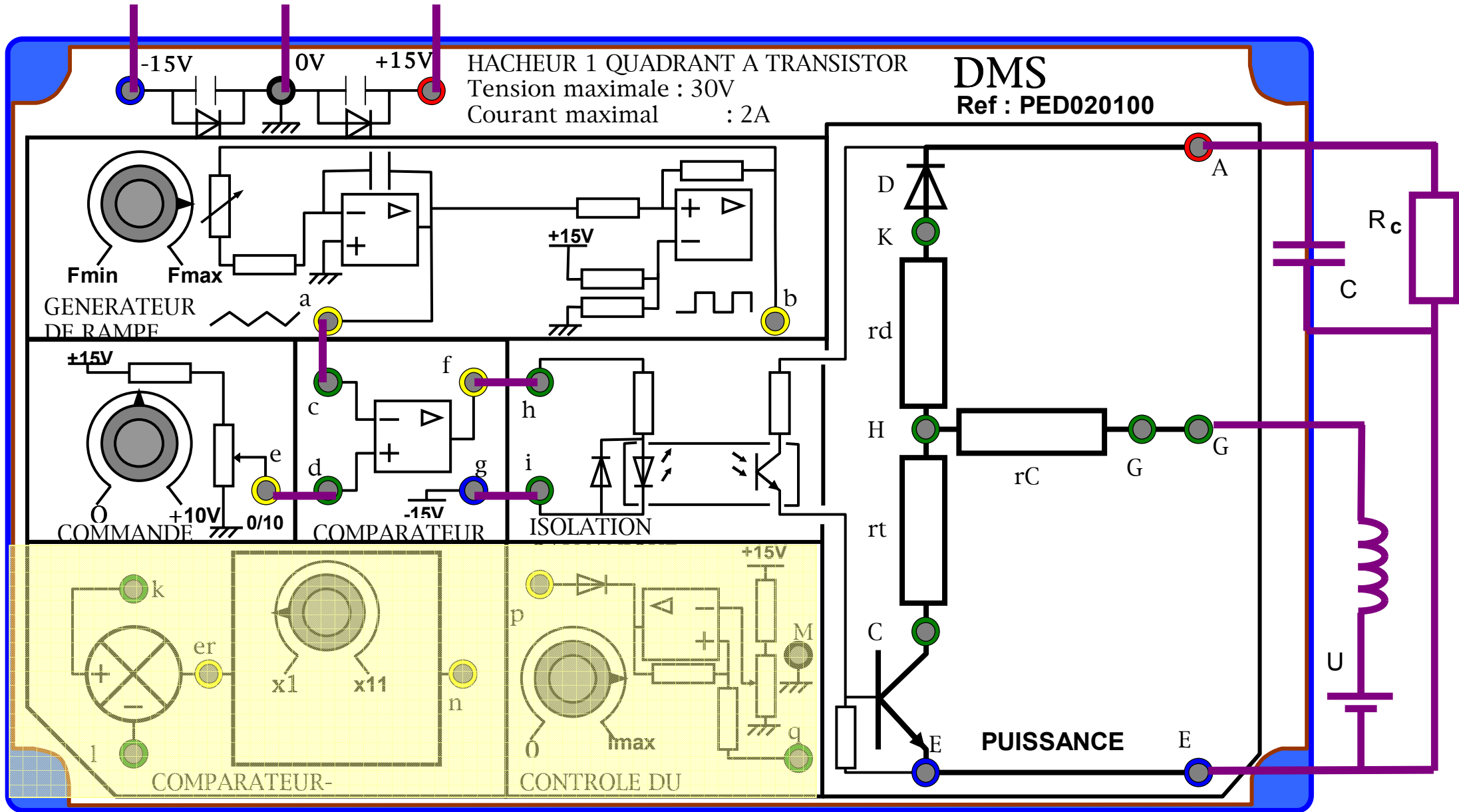
HACHEUR un quadrant



Annexe 5

**Schéma de câblage de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR
pour un fonctionnement en HACHEUR SURVOLTEUR**

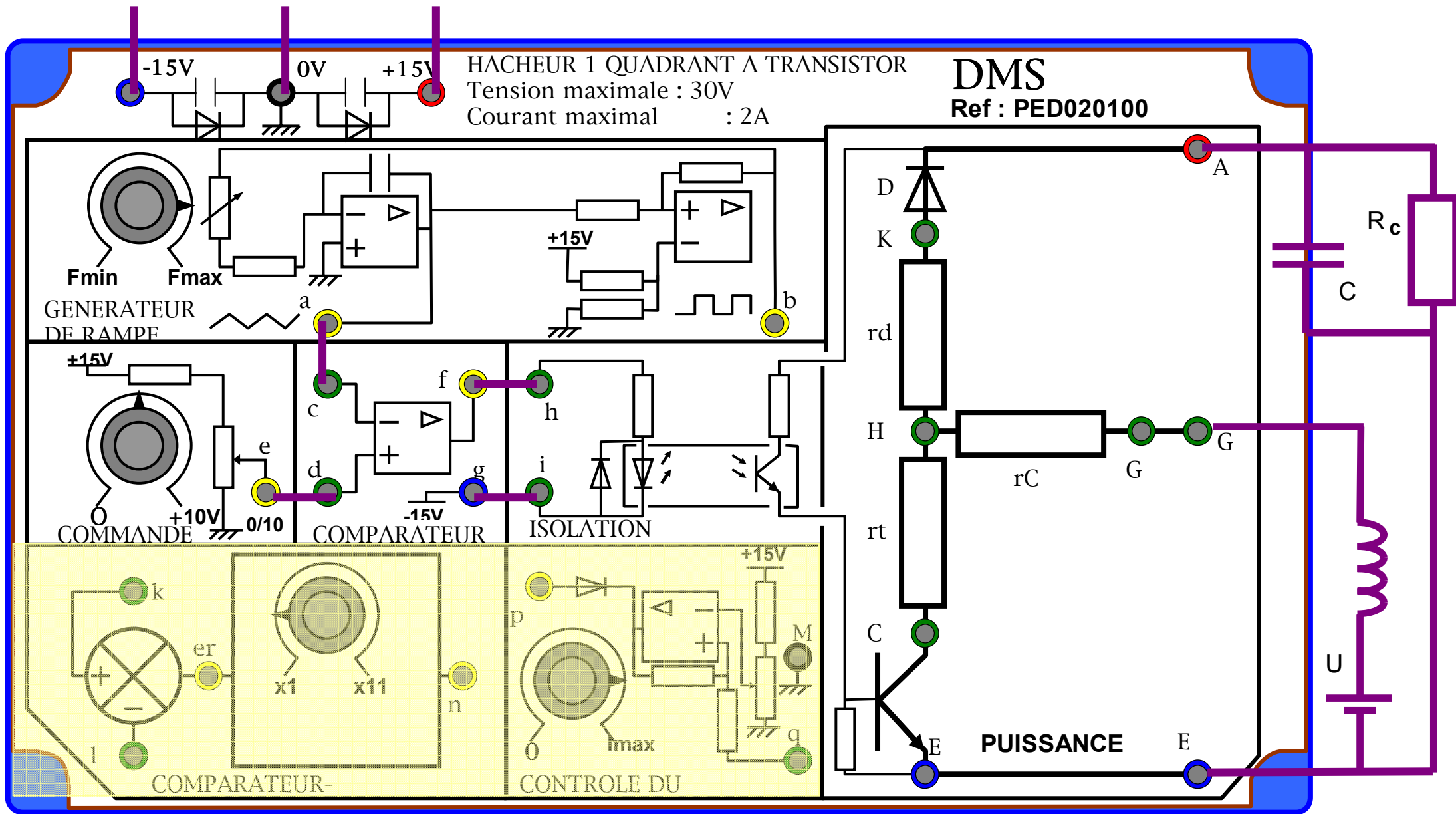
HACHEUR un quadrant



Annexe 6

**Schéma de câblage de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR
pour un fonctionnement en HACHEUR SURVOLTEUR
AVEC CONTROLE EN COURANT**

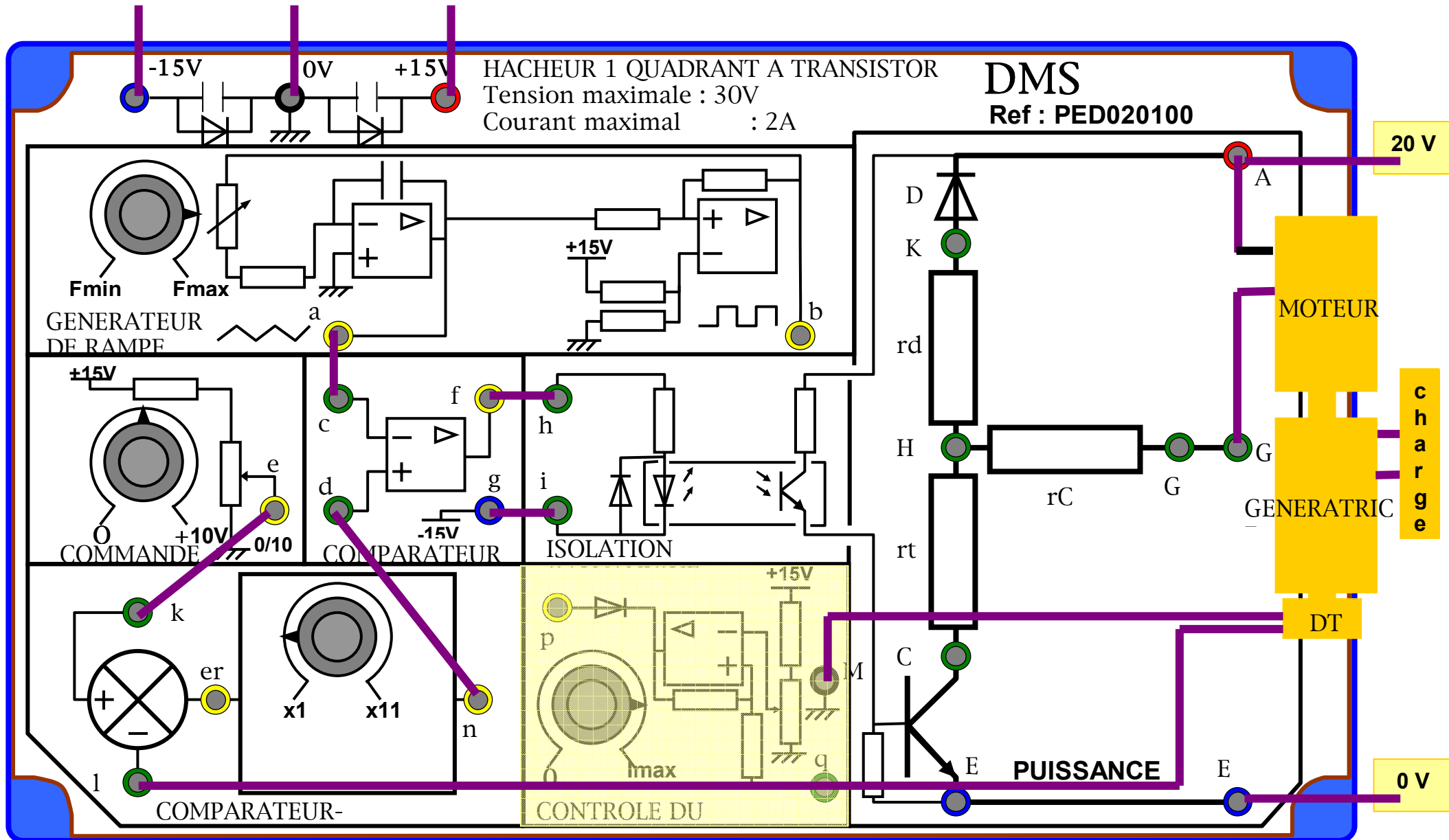
HACHEUR un quadrant



Annexe 7

**Schéma de câblage de la maquette HACHEUR à TRANSISTOR
pour une REGULATION DE VITESSE D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU**

HACHEUR un quadrant



NOTES