

SOUBIGOU Antoine
PAILLARD Jean-Noël

GE2

Rapport

Projet Electrotechnique

Asservissement en tension d'un alternateur



ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES ARTS ET INDUSTRIES DE STRASBOURG

24, Boulevard de la Victoire - 67084 STRASBOURG Cedex - tél. (33) 03 88 14 47 00

Télécopie : Administration : (33) 03 88 24 14 90 - Enseignement/Recherche : (33) 03 88 24 52 76

Sommaire

Introduction Page 3

I Le variateur de vitesse Page 4

I.1. Description

I.2. Mesures

I.3. Conclusion

II Réalisation de l'asservissement Page 8

II.1. Cahier des charges

II.2. Les différents étages

Conclusion Page 12

Annexe Page 13

Introduction

Au cours de ce module d'électrotechnique, il nous était demandé de réaliser, au choix, un montage électrique agissant sur un moteur asynchrone ou à courant continu. Nous avons choisi de réaliser, sur une plaquette, un **asservissement en tension d'un alternateur**.

Nous avons deux buts pour ce projet. Dans un premier temps, nous avons observé les effets du variateur de vitesse sur le moteur, sans et avec une charge (des courbes illustrent quelques caractéristiques du variateur). Dans un second temps, l'idée était donc de réaliser l'asservissement en tension de l'alternateur. Nous verrons, dans notre rapport, les différents étages nécessaires au bon fonctionnement du circuit, ainsi que les signaux intermédiaires afin de mieux comprendre la transformation de ceux-ci.

I Le variateur de vitesse

I.1. Description

Caractéristiques générales

- ☞ Système entièrement contrôlé par microprocesseur
- ☞ Paramétrage simplifié par trois touches et deux afficheurs
- ☞ Régulation par capteur de vitesse ou par mesure de tension d'induit
- ☞ Protection : coupure excitation, surcharge moteur, manque phase secteur
- ☞ Limitation du courant réglable, de la surintensité

Performances

- ☞ Régulation meilleure que 0.1 % pour une variation de charge de 100 %
- ☞ Dérive de température : 0.05 % /°C
- ☞ Plage de variation de vitesse : 1 à 1/125
- ☞ Régulation de couple : 0.5 %

Circuit d'excitation

☞ Les inducteurs du moteur se raccordent sur les bornes F1 et F2 à la partie inférieure du variateur. L'alimentation du circuit d'excitation se fait sur les bornes L11-L12, sauf pour les variateurs destinés à l'Amérique du Nord et dénommés : V/WCC...NA

☞ La tension d'alimentation du circuit d'excitation sera choisie en fonction de la tension d'excitation de la machine.

Paramétrage des VNTC – WNTC

☞ Les variathys VNTC et WNTC étant entièrement numériques, toutes les personnalisations, tant réglages qu'adaptations particulières, se font par programmation de registres internes du circuit microprocesseur. C'est là que réside la grande originalité des variateurs numériques et ce qui leur donne une grande souplesse d'adaptation.

☞ Soit cette personnalisation se fait par **positionnement de cavaliers** sur la carte MD200, soit **par chargement de registres internes** à la carte microprocesseur.

Les cavaliers permettent de définir certaines configurations physiques, type de mesure vitesse utilisée, type de consigne, etc. La programmation des registres internes autorise un nombre important de personnalisations (réglages, activation de fonctions, options, etc....).

Pour notre observation, nous avons réglé le positionnement des cavaliers du variateur. Les paramétrages choisis étaient les suivants, le branchement des autres cavaliers n'influence pas nos mesures :

- LK1 : Filtre en service
- LK2 : Mesure par dynamo tachymétrique
- LK5 : atténuation minimale de tension de dynamo tachymétrique
- LK6 : référence vitesse = 10 V (LK10 idem.)
- LK7 : mesure vitesse définie par LK2

Les registres du variateur sont au nombre de 197. Certains seulement sont accessibles en écriture. La plupart le sont seulement en lecture.

Exemples de registres accessibles en lecture

Mesure de la vitesse, erreur de vitesse, mesure courant, angle de retard, affichage du temps de surcharge.

Exemples de registres accessibles en écriture

Référence de la vitesse, valeur maximale marche avant et arrière, seuils de vitesse, limitation du courant, réglage de l'échelon ou de la rampe de commande, réglage des gains proportionnel et intégral pour la boucle vitesse

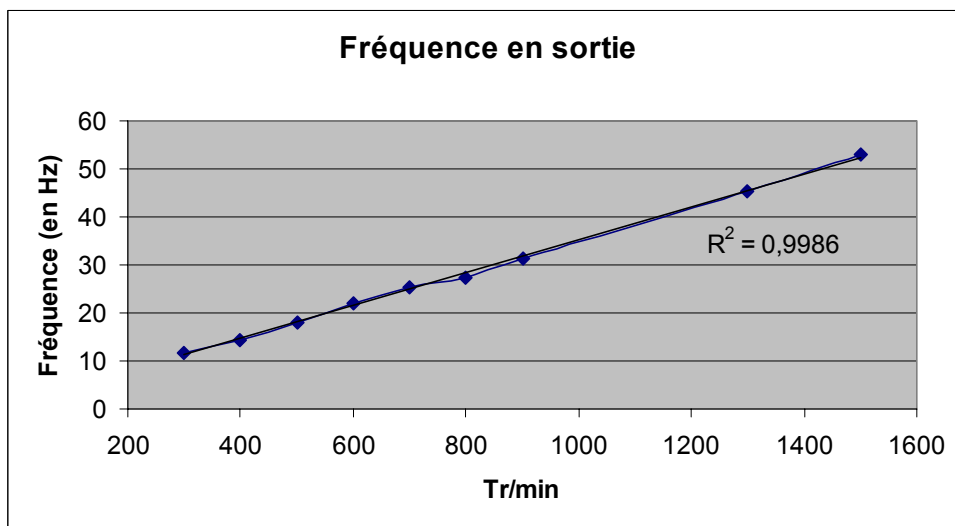
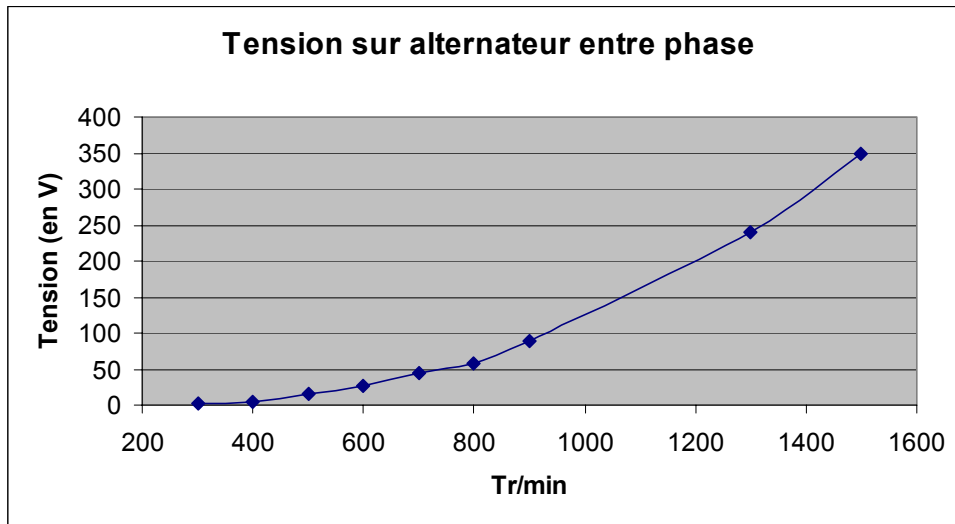
I.2. Mesures

Dans un premier temps, nous avons observé la réponse en fréquence et en tension en sortie de l'alternateur en fonction de la rotation du rotor.

Mesures

Tr/min (en V)	En tr/min	V (peak to peak)	F(en Hz)
3	300	3,28	11,8
4	400	5,08	14,2
5	500	15,2	18,1
6	600	26	21,9
7	700	44,4	25,5
8	800	58,4	27,5
9	900	88,4	31,4
10	1300	240	45,5
11	1500	350	52,9

Courbes



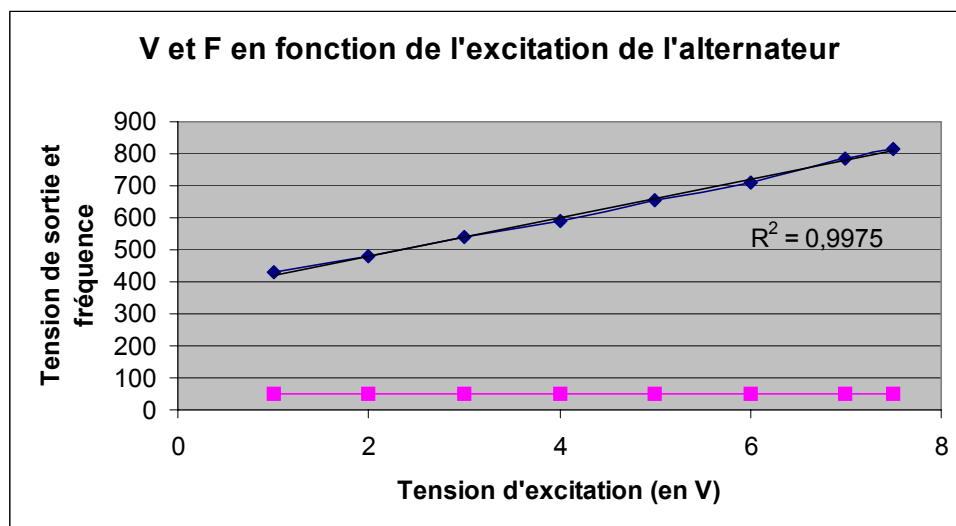
Nous remarquons donc que la fréquence varie linéairement en fonction de la rotation de l'axe (bon coefficient de corrélation), et que la tension varie telle une puissance.

Dans un deuxième temps, nous avons appliqué plusieurs tensions d'excitation sur l'alternateur et nous avons observé la fréquence et la tension en sortie.

Mesures

V exec	V peak to peak	F Hz
1	430	52
2	480	52
3	540	52
4	590	52
5	656	52
6	710	52
7	784	52
7,5	815	52

Courbe



Nous remarquons donc que la fréquence est constante quelque soit la tension d'excitation de l'alternateur, et que la tension de sortie varie linéairement (bon coefficient de corrélation).

I.3. Conclusion

Le but de notre projet est donc de mettre en place l'asservissement de l'alternateur de telle façon que, quelle que soit la charge appliquée sur l'induit de l'alternateur, la tension et la fréquence restent constantes.

II Réalisation de l'asservissement

II.1. Cahier des charges

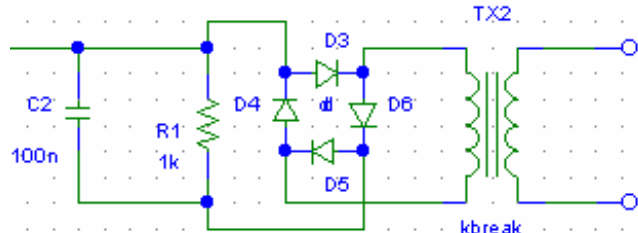
Comme nous l'avons vu en conclusion (I.3.), nous voulons une fréquence et une tension constante pour toutes charges en sortie de l'alternateur. Pour cela, nous avons mis en place une plaquette d'asservissement de l'alternateur (**voir annexe 1**). Aux bornes de l'induit, nous récupérons une tension. Une fois redressée, nous allons la faire interagir avec une dent de scie afin de créer des échelons de tension qui vont piloter en commutation un transistor. Ce dernier va alors agir sur l'inducteur de l'alternateur afin de l'asservir.

Dans la partie suivante, nous allons expliquer le rôle de chaque étage.

II.2. Les différents étages

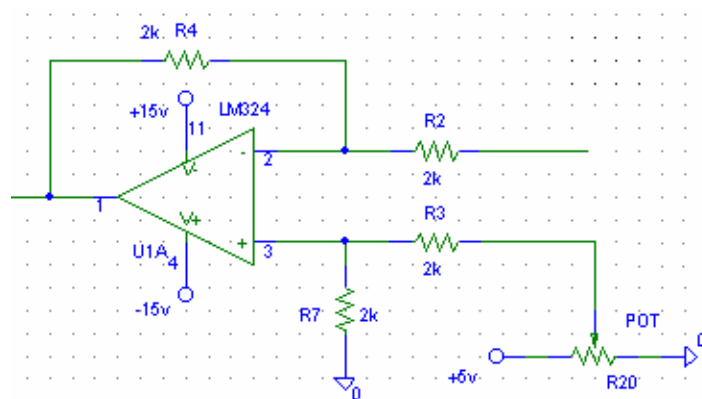
Premier étage

On récupère la tension aux bornes de l'alternateur (induit). Cette tension est ramenée à 6 volts par le transformateur puis est redressée en sortie du pont redresseur. Une capacité de 100nF assure un meilleur lissage de la tension continue et une résistance de 1k Ω de tirage est placée en parallèle.



Deuxième étage

Cet amplificateur opérationnel est monté comme un sommateur. Au niveau de la branche négative on reçoit le signal provenant du pont redresseur et du filtre. Au niveau de la branche positive, on retrouve la tension de consigne réglable par un potentiomètre.



Equation du sommateur

U_{consigne} = tension venant du potentiomètre

$U_{\text{redressée}}$ = tension lissée

On obtient les équations suivantes (toutes les résistances sont identiques)

$$2 \times V_- = V_s + U_{\text{redressée}}$$

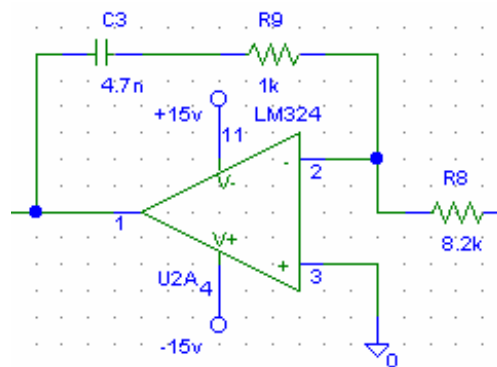
$$2 \times V_+ = U_{\text{consigne}}$$

Or $V_+ = V_-$ donc

$$V_s = U_{\text{consigne}} - U_{\text{redressée}}$$

Troisième étage

L'étage qui suit est un correcteur proportionnel intégral qui prend toute son utilité lorsque la boucle est fermée. Il assure une erreur statique nulle donc une bonne stabilité, ainsi qu'une rapidité convenable.



Equation du correcteur

$$\frac{V_s(t)}{V_e(t)} = - \left(\frac{1 + jR_2C_w}{jR_1C_w} \right)$$

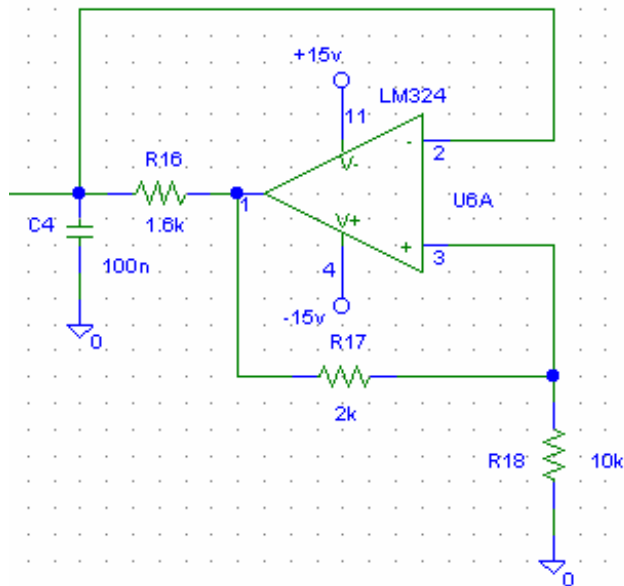
$$\frac{V_s(t)}{V_e(t)} = - \frac{1 + j4.7 \times 10^{-6}}{j38.54 \times 10^{-6}}$$

Quatrième étage

On veut ici piloter un transistor à l'aide d'une tension créneau de rapport cyclique variable. Une manière très courante est de comparer une dent de scie avec une tension continue. Le signal de sortie du comparateur est alors un créneau de tension dont la largeur est dépendante de la tension récupérée aux bornes de l'alternateur.

La dent de scie provient, pour notre montage, d'un comparateur à hystérésis, couplé en sortie à un circuit RC. (voir annexe 2)

Création de la dent de scie



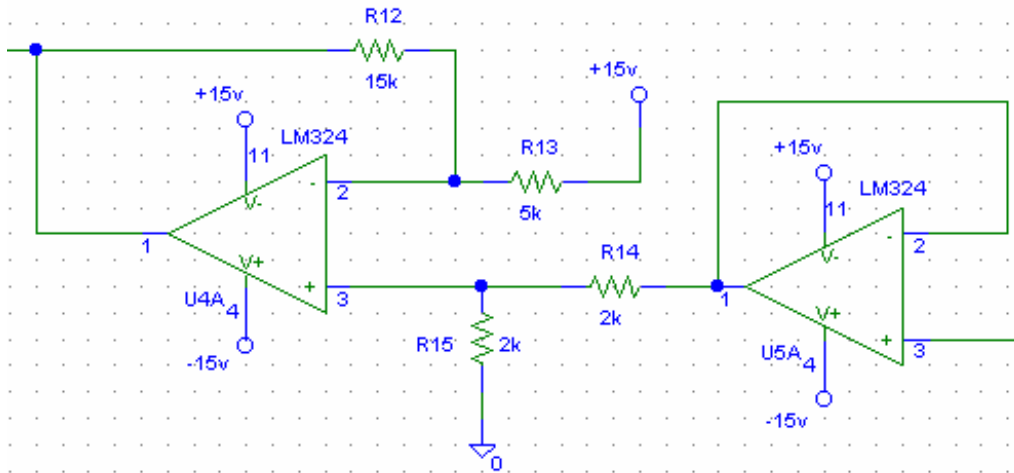
$$\text{Si } V_c(t) \leq -\frac{R18}{R17 + R18} \times V_{sat} \quad \text{soit} \quad V_c(t) \leq -\frac{5}{6} \times V_{sat} = -12,5$$

↳ Alors il y a charge du condensateur

$$\text{Si } V_c(t) \geq \frac{R18}{R17 + R18} \times V_{sat} \quad \text{soit} \quad V_c(t) \geq \frac{5}{6} \times V_{sat} = 12,5$$

↳ Alors il y a décharge du condensateur

Toutefois, cette oscillation est centrée sur l'axe des abscisses. Pour obtenir une commande plus précise, plus complète, il est nécessaire de la relever, de telle façon qu'elle soit toujours positive. Pour ce faire, après un suiveur, un sommateur ajoute une tension continue, réglable à l'aide d'un potentiomètre, qui, une fois réglée, est protégée. L'annexe 3 est la visualisation du signal de la dent de scie sommée avec la tension continue de 15 volts



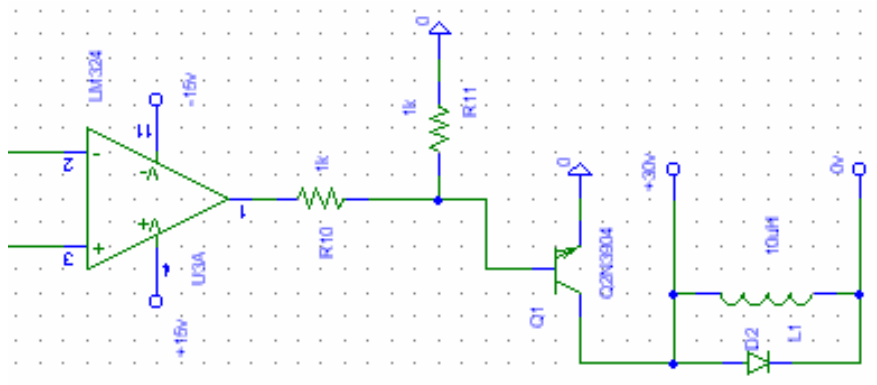
Equation du sommateur

$$S(t) = \left(\frac{R15}{R14 + R15} + \frac{R13 + R12}{R13} \right) \times e1(t) + \frac{R12}{R13} e2(t)$$

$$S(t) = 15V + 2 \times e(t)$$

Cinquième étage

L'amplificateur opérationnel suivant agit comme un comparateur. D'un côté on retrouve un montage qui permet de créer une dent de scie, de l'autre, la sortie du PI. À la sortie du comparateur, on trouve alors un créneau de tension. Ce créneau de tension, après passage dans un diviseur de tension, agit sur la commande d'un transistor. **En annexes 4 et 5**, nous pouvons observer deux signaux de commande du transistor pour deux valeurs de consignes.



Conclusion

Notre plaquette fonctionne très bien dans l'ensemble. En effet comme on peut le constater, suivant la valeur récupérée aux bornes de l'induit de l'alternateur (dans l'expérience que l'on a menée pour les annexes, cela revient à faire varier la tension de consigne) le montage va agir sur l'excitation.

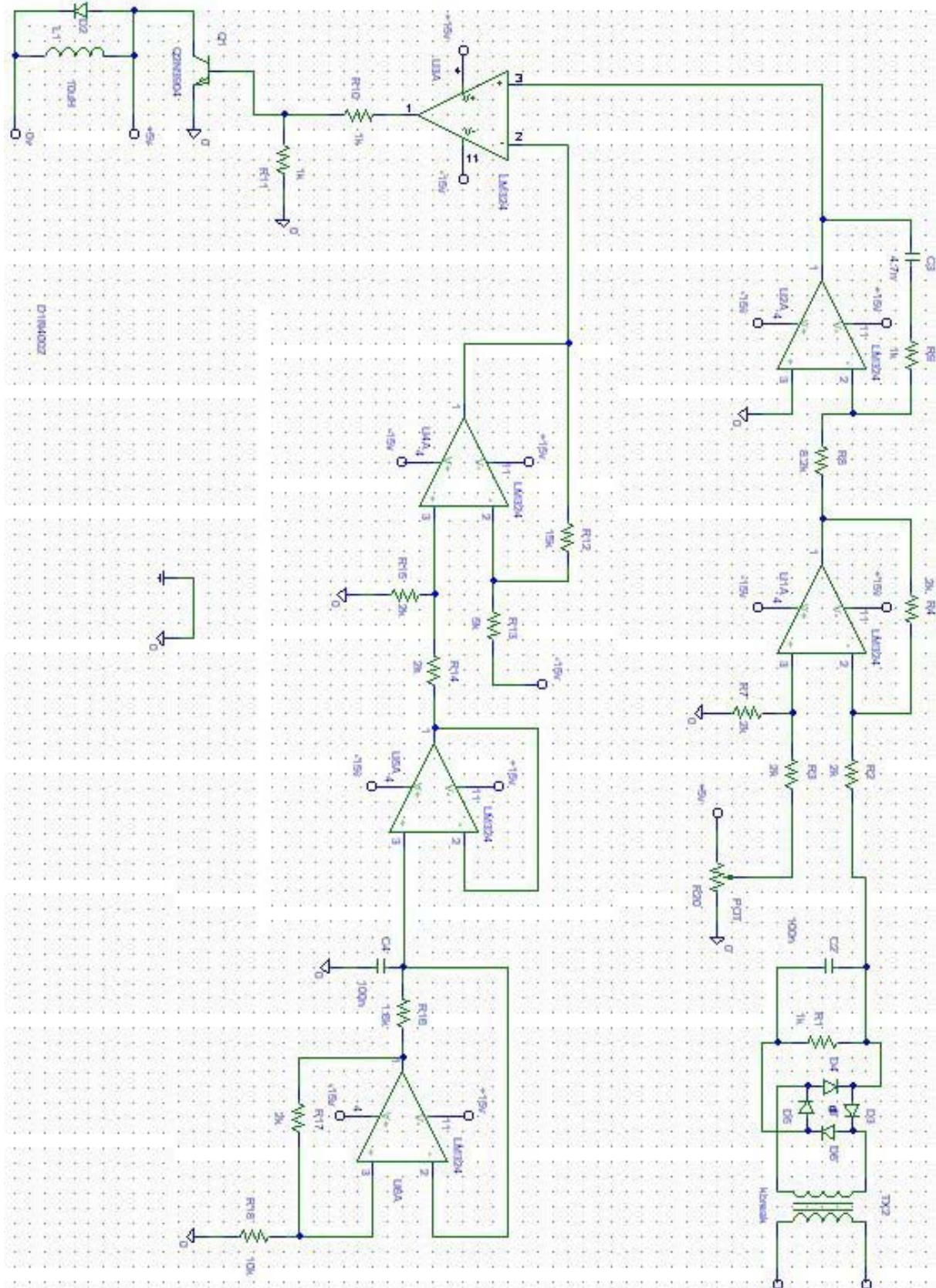
↳ Si la tension de sortie de l'alternateur est trop grande, alors la tension créneau qui va piloter le transistor aura un rapport cyclique faible.

↳ Si elle plus faible, ce rapport cyclique augmente, ce qui a donc pour effet d'obtenir une tension d'inducteur constante pour toute charge.

Le problème que nous avons rencontré est le pilotage du transistor. En effet, la tension de commande est correcte, mais il n'y a pratiquement pas de commutation (**voir annexe 6**). Le problème réside dans le fait que l'alternateur, dont l'équivalent en charge est une inductance et une résistance, réagit trop lentement pour le créneau de commande appliqué. Une solution serait de diminuer la fréquence de la dent de scie et ainsi le système pourrait mieux réagir.

Annexes

Annexe 1



Annexe 2

Annexe 3

Annexe 4

Annexe 5

Annexe 6