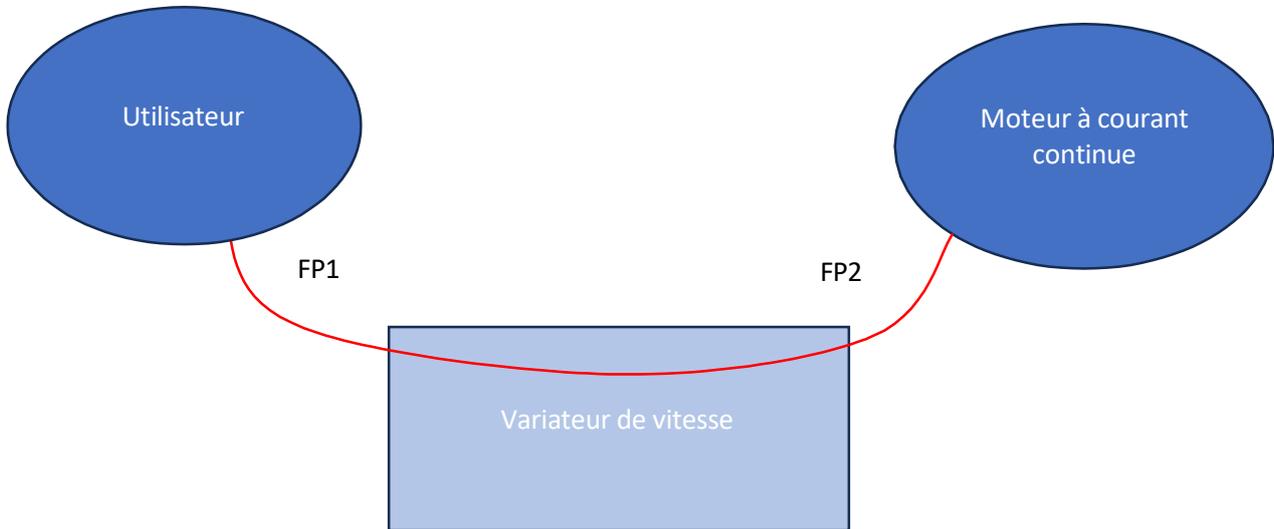


Présentation :

Le projet SAÉ 3.01 – 3.02 a pour but de concevoir et réaliser un variateur de vitesse connecté pour moteur à courant continu. Ce projet permet de travailler plusieurs compétences clés telles que la conception, la vérification et la maintenance d'un système.

Analyse fonctionnelle :



FP1 : Régulation de la vitesse d'un MCC.

FP2 : Contrôler à distance le MCC.

FC1 : Alimenter le variateur.

FC2 : Respecter les norme mise en place.

FC3 : Réparabilité et durée de vie du matériel.

FC4 : Contrôle intuitif du MCC.

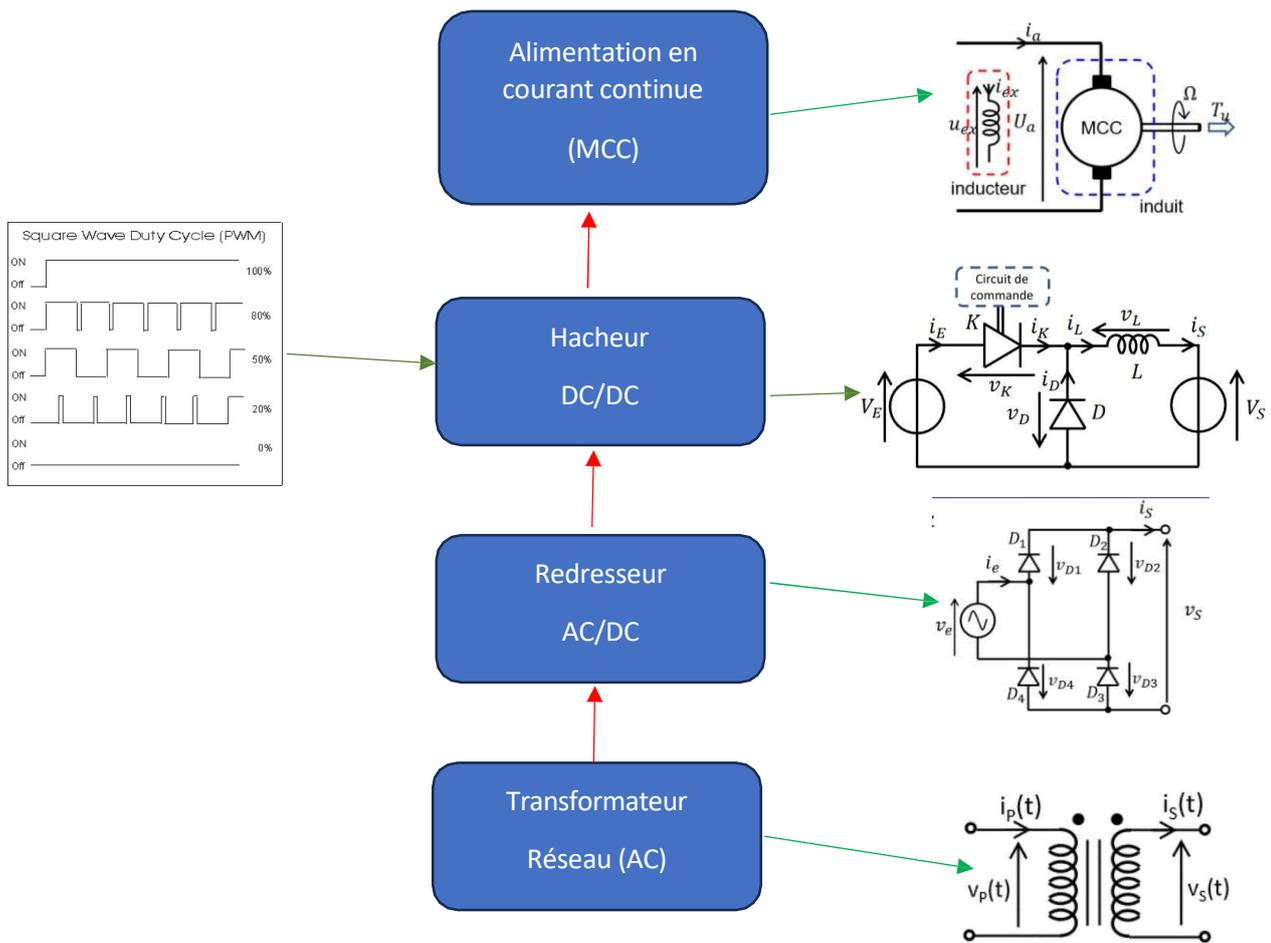
FC5 : Prix compétitif au regard de la concurrence

FC6 : Ecoresponsable et respect des droits humain.

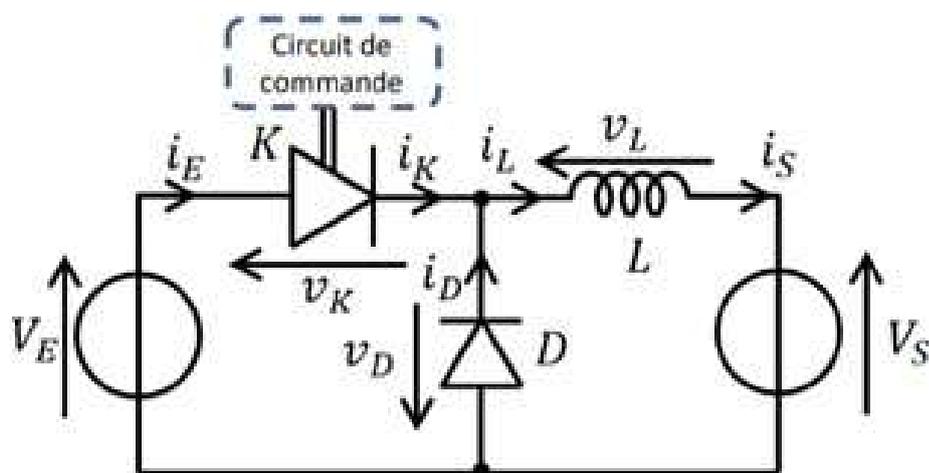
Cahier des Charges :

Fonction	Critère d'appréciation	Niveau d'exigence	Flexibilité
Piloter le moteur	Utilisation du WIFI	Faible	Serveur TCP ou WEB Basique URL ou POST
Visualiser le pilotage	Ecran de visualisation	Faible	
Moteur	Langue : Français et Anglais		
Alimenter le Variateur de vitesse	24V DC Fréquence de découpage : 30kHz Ondulation du courant de sortie : 20% maximum de la valeur nominale Ondulation de la tension de sortie : 5% maximum de la valeur nominale	Elevé	Alimentation de laboratoire ou Batterie
Motorisation	Puissance Nominale : 20W Tension Nominale : 12V Moteur à courant continue Un seul sens de rotation, pas de réversibilité	Elevé	
Variation la vitesse	Plage de variation : 0V - 24V	Elevé	

Choix de la structure et dimensionnement



Le Hacheur :



Le Mosfet est inversé avec le générateur afin de mettre la masse commune.

Choix des composants

Model de la Diode Schottky :

Il faut placer une diode Schottky en parallèle avec le Mosfet pour assurer une rapidité de la commutation et ainsi minimiser les pertes.

Les diodes Schottky sont couramment utilisées en raison de leur temps de récupération rapide et de leur faible tension directe. La MBR0540 est une diode Schottky couramment utilisée.

Modèle de Mosfet et son driver :

Pour le Mosfet on choisit un modèle en fonction des spécifications du moteur, ici un A-max 26. IL faut s'assurer de sa capacité à gérer la tension et le courant nécessaires. Dans cette situation on peut utiliser le Mosfet IRLB8748 qui est adapté pour des applications de puissance moyenne et dispose de bonnes caractéristiques de commutation.



INCHANG SEMICONDUCTOR

isc N-Channel MOSFET Transistor IRLB8748, IIRLB8748

- **FEATURES**
- Static drain-source on-resistance:
R_{DS(on)} ≤ 4.8mΩ
- Enhancement mode
- Fast Switching Speed
- 100% avalanche tested
- Minimum Lot-to-Lot variations for robust device performance and reliable operation

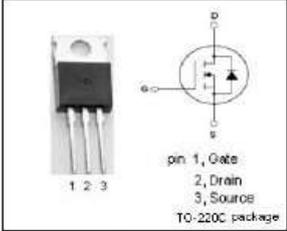
- **DESCRIPTION**
- reliable device for use in a wide variety of applications

• **ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_a=25°C)**

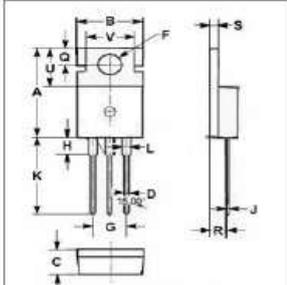
SYMBOL	PARAMETER	VALUE	UNIT
V _{DSS}	Drain-Source Voltage	30	V
V _{GS}	Gate-Source Voltage	±20	V
I _D	Drain Current-Continuous	92	A
I _{DM}	Drain Current-Single Pulsed	370	A
P _D	Total Dissipation @T _c =25°C	75	W
T _J	Max. Operating Junction Temperature	175	°C
T _{stg}	Storage Temperature	-55~175	°C

• **THERMAL CHARACTERISTICS**

SYMBOL	PARAMETER	MAX	UNIT
R _{th(ch-c)}	Channel-to-case thermal resistance	2.0	°C/W
R _{th(ch-a)}	Channel-to-ambient thermal resistance	62	°C/W



pin 1, Gate
2, Drain
3, Source
TO-220C package



mm		
DIM	MIN	MAX
A	15.50	15.90
B	9.90	10.20
C	4.20	4.50
D	0.70	0.90
F	3.40	3.70
G	4.90	5.18
H	2.60	2.90
J	0.44	0.50
K	13.00	13.40
L	1.10	1.45
D	2.70	2.90
R	2.30	2.70
S	1.29	1.35
U	6.45	6.65
V	8.66	8.86

isc website: www.iscsemi.cn

isc & iscsemi is registered trademark

Pour le driver de Mosfet il faut qu'il soit capable de fournir un courant suffisant pour une commutation rapide. Ici le TC4427, qui offre une capacité de courant élevée et une réponse rapide peut être envisagée.

La valeur et le type de condensateur de sortie dépendent du système où on l'applique. Un condensateur électrolytique de plusieurs microfarads, ici, 1000uF, avec une tension nominale supérieure à la tension de sortie maximale prévue, ici 24V est utilisé pour lisser la tension de sortie. La valeur du condensateur de sortie détermine la capacité du circuit à maintenir une tension de sortie stable. Un condensateur électrolytique de 1000uF avec une tension nominale à 25V est un choix courant pour cette application.

Le condensateur électrolytique est un type de condensateur qui utilise un certain liquide ionique. Il a généralement des capacités élevées dans de petites dimensions.

C'est cette possibilité de petite dimension qui oriente notre choix vers ce type de condensateur.

Calcul :

$$C = \frac{a(1-a)mV_e}{\Delta V_s \times 81 \times F_{dec}} = 1,66 \times 10^{-4}$$

Bobine du système :

Pour dimensionner la bobine du variateur de vitesse, il faut prendre en compte différents facteurs.

- $V_s = 12V$
- $V_e = 24V$
- $\alpha = 50\% = 0,5$
- $\Delta I = 200mA$
- $\Delta V_s = 5\% = 0,05$
- $F_{dec} = 30kHz$

Calcul :

$$\Delta I_s = \alpha(1-\alpha)mV_e$$

$$\Delta I_s \times F_{dec} = a(1-a)mV_e$$

$$L = \frac{a(1-a)mV_e}{\Delta I_s \times F_{dec}}$$

$$= \frac{0,5 \times (1-0,5) \times 0,5 \times 24}{(200 \times 10^{-3}) \times (30 \times 10^3)}$$

$$L = 9,5 \times 10^{-4} H$$

$$L = 500 \mu H$$

$$m = \frac{V_s}{V_e}$$

Choix des composants additionnels au driver :

- Résistances pour le Driver de Mosfet :

Des résistances peuvent être utilisées pour ajuster les temps de montée et de descente du Mosfet. Elles valent en générale 10 ohms et peuvent être utilisées dans la configuration de driver pour contrôler le courant.

- Condensateurs pour le Driver de Mosfet :

Un condensateur peut être utilisé pour stabiliser la tension de l'alimentation du driver de Mosfet. Un condensateur électrolytique de 10uF à 100uF peut être connecté entre l'alimentation et la masse (GND) du driver.

- Diodes de Roue Libre :

Lorsque le Mosfet est éteint, la diode de roue libre est utilisée pour fournir un chemin de retour au courant inductif du moteur et ainsi éviter une inversion. Une diode Schottky, telle que la MBR0540, peut être connectée en parallèle avec le moteur pour protéger le système contre les pics de tension. Placez la diode en inverse par rapport au Mosfet.

- Filtrage de l'Alimentation :

Un condensateur de filtrage peut être ajoutés à l'alimentation générale du circuit pour réduire les perturbations électromagnétiques et stabiliser la tension. Utilisez des condensateurs céramiques et électrolytiques de différentes valeurs pour le filtrage.

Ici on place un condensateur de bypass d'une valeur de $1\mu\text{F}$ en céramique. Le condensateur de bypass doit être placé aussi près que possible des broches d'alimentation du driver pour minimiser l'inductance du chemin du signal. Les céramiques sont souvent utilisées pour les applications de bypass en raison de leur capacité à réagir rapidement aux changements de tension.

En ajoutant un condensateur de bypass on améliore le maintien de la stabilité de l'alimentation du driver, réduisant ainsi les risques de perturbations électromagnétiques et contribuant à une fiabilité de fonctionnement du variateur de vitesse.

On choisit donc :

Type de Condensateur : Céramique de type X7R ou X5R

Valeur : $1\mu\text{F}$

Tension Nominale : 25V

- Protection des Entrées du Driver :

Par sécurité, des résistances peuvent être ajoutées en série avec les entrées du driver pour limiter le courant et protéger le driver contre les surtensions accidentelles. Des diodes Zener peuvent également être utilisées pour limiter les tensions aux bornes du driver. Il est donc ajouté des résistances en série avec les entrées du TC4427 et des diodes Schottky en parallèle pour protéger contre les surtensions.

Conception et Réalisation de l'inductance

Dans la documentation fournie pour ce dossier, la Valeur maximale d'intensité du champ magnétique du matériau ferrite est de $B=400\text{mT}$.

Pour le fil de cuivre on trouve une section de 3 A/mm^2 et la valeur maximum du courant dans l'inductance est de $4 \cdot 10^6\text{ A/m}^2$.

Calcul de la valeur du composant :

$$\Delta I = \alpha(1-\alpha) \cdot (m \cdot V_e / L \cdot F_{dec})$$

$$\Delta I \cdot L \cdot F_{dec} = \alpha(1-\alpha) \cdot m \cdot V_e$$

$$L = (\alpha(1-\alpha) \cdot m \cdot V_e) / (\Delta I \cdot F_{dec})$$

$$L = (0.5(1-0.5) \cdot 24) / (20 \cdot (200 \cdot 10^{-3}) \cdot (30 \cdot 10^3))$$

$$L = 0.5 \cdot 10^{-4}\text{ H}$$

$$L = 500\ \mu\text{H}$$

Noyau de l'inductance :

$$N \cdot B_{max} \cdot L = ((N \cdot I_{max}) / R) \cdot A_e$$

$$A_e = (N \cdot B_{max} \cdot L \cdot R) / (N^2 \cdot I_{max})$$

$$A_e = (B_{max} \cdot L \cdot R) / I_{max} \cdot N$$

$$S_b = K_b \cdot N \cdot J \cdot I_{moy}$$

K_b : Facteur de foisonnement = 3

N : Nombre de spires de l'inductance

J : Densité de courant

I_{moy} : Valeur moyenne d'intensité du courant = 2 A/mm^2

$$Ae \cdot Sb = ((B_{max} \cdot L \cdot R) / I_{max} \cdot N) \cdot (K_b \cdot N \cdot J \cdot I_{moy})$$

$$Ae \cdot Sb = ((I_{max} \cdot L) / B_{max}) \cdot K_b \cdot (I_{moy} / J)$$

$$Ae \cdot Sb = 3.6 \cdot 10^{-9}$$

Donc le noyau est le RM10

Fil de cuivre :

Section = 0.519 mm²

Diamètre = 0.8 mm

Entrefer = 0.2 mm épaisseur

Nombre de spires :

$$N^2 = L \cdot R$$

$$N = \sqrt{L \cdot R}$$

$$N = 30 \text{ spires}$$

Après bobinage de l'inductance à la main à partir des éléments calculés précédemment, celle-ci est testée sur un pont de mesure afin d'en déterminer la valeur exacte. Ici la valeur mesurée est $L = 960 \mu\text{H}$.

Conception et Réalisation de la carte électronique sur KiCad

Liste les composants à implanter :

- Transistor : IRFZ44P
- Diode : SR540
- Inductance
- Condensateur de sortie
- Condensateur électrochimique
- Driver Mosfet TC4420
- Capacité de découplage à rajouter
- Connecteurs :
 - Alimentation : Bornier à vis
 - Moteur : Connecteur JST
 - signaux de commande : SIL