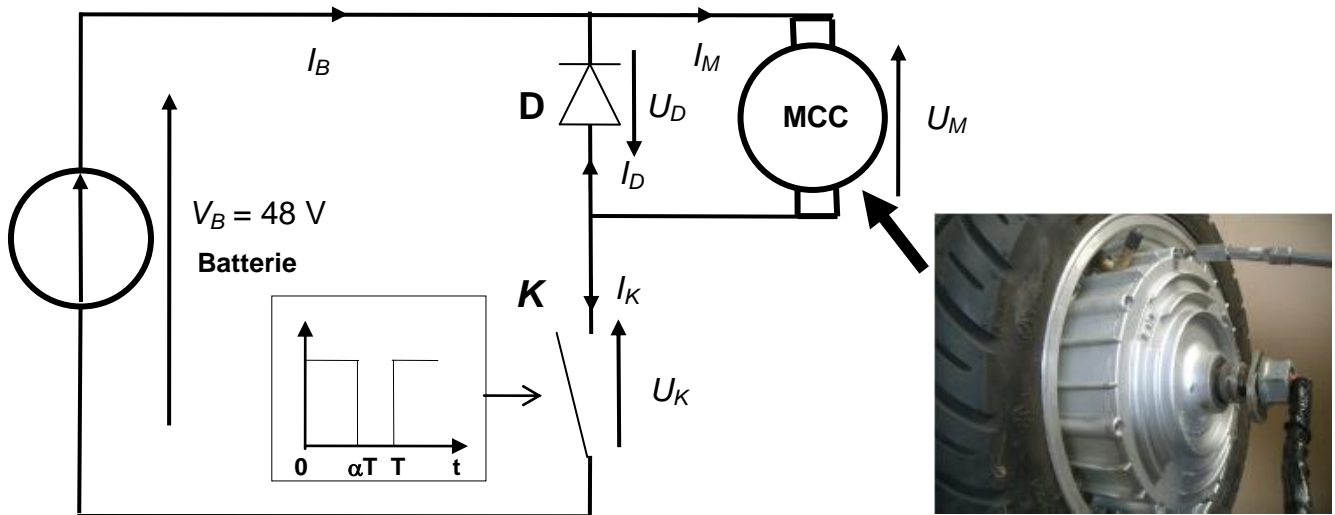


Dimensionnement des composants de puissance du scooter EVT 4000 et refroidissement

Ce scooter est entraîné par un moteur roue de type MCC, et la vitesse du scooter est liée à la valeur moyenne de la tension U_M aux bornes de l'induit du moteur.

Un modulateur d'énergie de type hacheur, est alors utilisé selon le schéma structurel suivant.



L'interrupteur K est constitué par la mise en parallèle de plusieurs transistors (7 composants IRF3710) et il est commandé périodiquement à la fermeture (durée T_{ON}) puis à l'ouverture (durée T_{OFF}).

On note T la période de commande et α le rapport cyclique défini par $\alpha = T_{ON}/T$.

La diode D est constituée de 5 composants MBR20100CTKpbf.

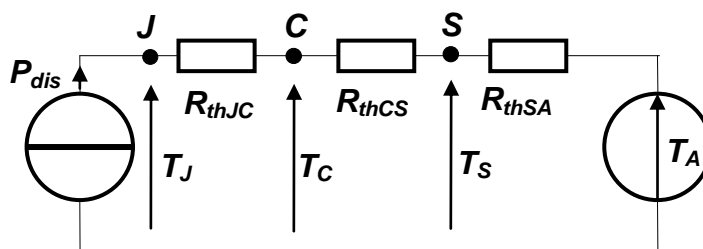
Pour la conception du modulateur, les phénomènes thermiques (échauffements des composants électroniques lors du fonctionnement) doivent être pris en compte car ils sont destructeurs pour ces composants.

Par ailleurs, la face extérieure du radiateur du modulateur se trouvant à proximité de la jambe droite du conducteur et du passager du scooter, on doit également limiter sa température de surface à 60°C afin d'éviter les brûlures.

Ce scooter est distribué dans le monde entier, il circule sous des climats tropicaux où la température limite peut atteindre 85 °C à l'intérieur du modulateur.



Pour l'étude thermique, on raisonnera globalement sur le composant D avec le modèle thermique suivant :



P_{dis}	Puissance dissipée en Watts dans le composant électronique.	Analogie avec une source de courant électrique
R_{th}	Résistance thermique en °C/W	Analogie avec une résistance électrique
T_A	Température ambiante en °C	Analogie avec une source de tension électrique parfaite

Le flux de puissance P_{dis} circule au travers des résistances thermiques :

- R_{thJC} jonction boîtier (case) ; R_{thCS} boîtier radiateur (heatSink) ; R_{thSA} radiateur ambiant.

SIGNAUX ELECTRIQUES DU HACHEUR

On assimile en régime de démarrage le courant I_M à une constante $I_{Mmax} = 120A$.

Question 1 Pour un rapport cyclique de 75%, représenter la tension de sortie $u_M(t)$ du hacheur, la tension aux bornes de la diode D $u_D(t)$ et le courant $i_D(t)$ dans cette diode.

INTERPRETATION DES DONNEES ELECTRIQUES ESSENTIELLES DU COMPOSANT MBR20100CTKPBF

La diode D du hacheur est constituée de l'assemblage de 5 composants **MBR20100CTKPbF** en parallèles

Question 2 Représenter le schéma de montage détaillé pour obtenir D . Interpréter les indications « per device » et « per leg » du document constructeur et déterminer le courant moyen que peut supporter l'ensemble D .

Question 3 Relever la valeur de V_R de la diode et indiquer à quoi correspond cette donnée. Expliquer dans quelle phase de fonctionnement du hacheur à l'intérieur d'une période de découpage cette donnée est à vérifier. Valider le choix de la diode et indiquer le coefficient de sécurité pris en compte.

EXPLOITATION DU MODELE THERMIQUE

Question 4 En utilisant le modèle thermique et les notations proposés :

- Exprimer l'élévation de température ΔT_{JC} entre les points J et C ;
- Exprimer la température de jonction T_J à partir de la température ambiante T_A et des différents éléments du modèle.
- Exprimer la température extérieure (de surface) du radiateur T_S .

CARACTERISTIQUES DE LA DIODE POUR LES CALCULS D'ECHAUFFEMENT

Une diode de puissance est modélisée par une approximation qui prend en compte $V_{F(TO)}$ tension de seuil et r_t résistance dynamique de la diode.

Question 5 Représenter la caractéristique courant = f(tension) $I_F = f(V_F)$ d'une diode et justifier ce modèle.

Question 6 Démontrer que pour un courant I_F périodique, la puissance dissipée (Watts) dans une diode est donnée par la relation : $P_{dis} = V_{F(TO)} \cdot I_{F(AV)} + r_t \cdot I_{F(RMS)}^2$

avec I_F courant direct, $I_{F(AV)}$ en valeur moyenne (Average) et $I_{F(RMS)}$ en valeur efficace (Root Mean Square).

Question 7 Exploiter les documents techniques DT20 et DT21 relatifs aux spécifications thermiques et mécaniques des diodes **MBR20100CTKPbF** et donner :

- les valeurs des différentes résistances thermiques R_{thJC} et R_{thCS} pour un composant ;
- les valeurs des deux paramètres $V_{F(TO)}$ et r_t du modèle d'une diode.

PERTES DES DIODES ET TEMPERATURE DE JONCTION

Question 8 Pour le calcul de la puissance dissipée dans une diode, on donne dans le cas le plus défavorable $I_{F(AV)} = I_{F(RMS)} = 15 A$.

- Calculer P_{dis} dans une diode, puis dans la totalité de l'élément D du modulateur.

La résistance thermique du radiateur vue d'un composant **MBR20100CTKPbF** est $R_{THSA} = 0,6^\circ C/W$.

- Calculer la température de jonction au cœur du composant pour $P_{dis} = 20 W$ et une température ambiante $T_A = 45^\circ C$. Préciser si cette température est acceptable par le composant.

SECURITE DE L'UTILISATEUR, TEMPERATURE LIMITE EN SURFACE DU RADIATEUR

L'ensemble des composants constituant le modulateur dissipe en régime continu une puissance maximale estimée à **150 W**.

La face extérieure du radiateur du modulateur se trouvant à proximité de la jambe droite du conducteur et du passager du scooter, on doit limiter sa température à **60 °C** pour éviter les brûlures.

La température ambiante retenue est de **45 °C**.

Le modèle thermique proposé plus haut est toujours exploitable.



Question 9 Vérifier la température de surface T_S du radiateur si la résistance thermique de ce dernier est $R_{thSA} = 0,1^\circ C/W$.

VALIDATION DU REFROIDISSEMENT DU MODULATEUR ET MISE EN PLACE D'UNE SECURITE THERMIQUE

Question 10

- Conclure sur le comportement thermique du modulateur vis-à-vis des composants et de l'utilisateur.
- Proposer une solution active permettant de mettre en sécurité le modulateur et l'utilisateur en cas de dépassement accidentel des températures limites autorisées.

Diodes du modulateur (page 1/2)

Bulletin PD-21011 rev. B 05/06

International
IR Rectifier

MBR20100CTKPbF

SCHOTTKY RECTIFIER

20 Amp

Caractéristiques pour chacune des diodes du boîtier

$$I_{F(AV)} = 20 \text{ Amp}$$

$$V_R = 100V$$

Major Ratings and Characteristics

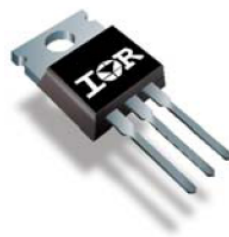
Characteristics	Values	Units
$I_{F(AV)}$ Rectangular waveform (Per Device)	20	A
I_{FRM} @ $T_C = 133^\circ\text{C}$ (Per Leg)	20	A
V_{RRM}	100	V
I_{FSM} @ $t_p = 5 \mu\text{s}$ sine	850	A
V_F @ 10 Apk , $T_J = 125^\circ\text{C}$	0.65	V
T_J range	-65 to 150	$^\circ\text{C}$

Description/ Features

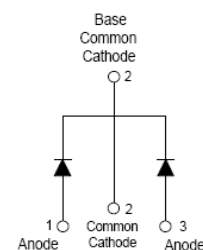
This center tap Schottky rectifier has been optimized for low reverse leakage at high temperature. The proprietary barrier technology allows for reliable operation up to 150°C junction temperature. Typical applications are in switching power supplies, converters, free-wheeling diodes, and reverse battery protection.

- 150°C T_J operation
- Center tap package
- Low forward voltage drop
- High purity, high temperature epoxy encapsulation for enhanced mechanical strength and moisture resistance
- High frequency operation
- Guard ring for enhanced ruggedness and long term reliability
- Lead- Free ("PbF" suffix)

Case Styles



TO-220



Diodes du modulateur (page 2/2)

Electrical Specifications

Parameters	Values	Units	Conditions	
V _{FM} Max. Forward Voltage Drop (1)	0.80	V	@ 10A	T _J = 25 °C
	0.95	V	@ 20A	
	0.65	V	@ 10A	T _J = 125 °C
	0.80	V	@ 20A	
I _{RM} Max. Instantaneous Reverse Current (1)	0.10	mA	T _J = 25 °C	Rated DC voltage
	6	mA	T _J = 125 °C	
V _{F(TO)} Threshold Voltage	0.433	V	T _J = T _J max.	
r _t Forward Slope Resistance	15.8	mΩ		
C _T Max. Junction Capacitance	400	pF	V _R = 5V _{DC} (test signal range 100Khz to 1Mhz) 25°C	
L _S Typical Series Inductance	8.0	nH	Measured from top of terminal to mounting plane	
dv/dt Max. Voltage Rate of Change	10000	V/ μs	(Rated V _R)	

(1) Pulse Width < 300μs, Duty Cycle <2%

Thermal-Mechanical Specifications

Parameters	Values	Units	Conditions	
T _J Max. Junction Temperature Range	-65 to 150	°C		
T _{stg} Max. Storage Temperature Range	-65 to 175	°C		
R _{thJC} Max. Thermal Resistance Junction to Case (Per Leg)	2.0	°C/W	DC operation	
R _{thCS} Typical Thermal Resistance Case to Heatsink	0.50	°C/W	Mounting surface, smooth and greased Only for TO-220	
R _{thJA} Max. Thermal Resistance Junction to Ambient	50	°C/W	DC operation For D ² Pak and TO-262	
wt Approximate Weight	2 (0.07)	g (oz.)		
T Mounting Torque	Min.	6 (5)	Kg-cm (lbf-in)	Non-lubricated threads
	Max.	12 (10)		