Dernière mise à jour : 8 mai 2017

Exercices chapitre 5: Semi-conducteurs de puissance

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| [Thyristor](#_JFET) | [Diac](#_MOSFET_à_appauvrissement_1) | [Triac](#_MOSFET_à_enrichissement_1) | [QCM](#_QCM_1) |
| [JFET](#_JFET_1) | [MOSFET à appauvrissement](#_MOSFET_à_appauvrissement_2) | [MOSFET à enrichissement](#_MOSFET_à_enrichissement_2) | [IGBT](#_Compteur_d'énergie_1) |

## Thyristor

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Avec: R1= 2,925 MΩ; R2=120 kΩ | Spécifications thyristor:* tension de gâchette = 0,7 V
* tension de retournement = 400 V

Calculer l'angle de conduction |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *i12= 5,833 μA; u12=17,76 V; α=3,13 °*  | *SP* |
|  | Avec: R1= 32,76 kΩ; R2=100 Ω | Spécifications thyristor:* tension de gâchette = 0,7 V
* tension de retournement = 400 V

Calculer l'angle de conductionDessiner l'allure de Ucharge |  |  |
|  |
| ***Réponse(s) :*** *i12= 7 mA; u12=230 V; α=45 °* Ucharge [V]t | *SP* |
|  | Avec: R2=150 Ω | Spécifications thyristor:* tension de gâchette = 0,7 V
* tension de retournement = 400 V

Déterminer R1 afin que l'angle de conduction soit de 30°Dessiner l'allure de Ucharge |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *u12=162,6V; i12=4,667mA; R12=34,9 kΩ; R1=34,7kΩ**Allure de Ucharge:*  | *SP* |
|  |  | Spécifications thyristor:* tension de gâchette = 0,7 V
* tension de retournement = 400 V

Déterminer R1 et R2 afin que l'angle de conduction soit de 60°Dessiner l'allure de Ucharge |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *u=281,7 V; choix: R2=200 Ω; i=3,5 mA; R12=80,48 kΩ; R1=80,28 kΩ.**Plusieurs réponses possibles pour R1 et R2. Conditions nécessaires: R2\*i=0,7 V et R12\*i=281,7 V**Allure de Ucharge:*  | *SP* |
|  | Avec: Rcharge = 2 kΩ; Rg = 50 kΩ | Spécifications thyristor :* Tension de gâchette = 0,8 V

courant de déclenchement = 0,1 mA Calculer la tension E qui fait conduire le thyristor. |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *E = 5,8 V*  | *SP* |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Dessiner la caractéristique I = f (u) d'un thyristorUDIACIDIAC . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  |  |
| ***Réponse(s) :*** |  | *SP* |
|  | Comment s’appellent les points A et B ? |  |  |
| ***Réponse(s) :*** | *A : Tension de retournement* *B: Point de maintien* | *SP* |
|  | Quelles conditions sont nécessaires pour que le semi-conducteur de puissance à 4 couches conduise ? |  |  |
| ***Réponse(s) :*** | *Il faut atteindre la tension de retournement U > UA**En fonctionnement il faut que U > UH et I > IH*  | *SP* |

[Retour au haut de la page](#_top)

## Diac

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | CUSR2 Ue230V50HzUCR1 | Dessiner l'allure de la tension de sortie (tension aux bornes de R2) |  |  |
|  |
| ***Réponse(s) :***USt | *AMAD* |
|  |  | Tension de retournement = 30 VUH = 20 VR = 1 kΩC = 49,33 μFDessiner l'allure de la tension de sortie (Uout) Calculer la fréquence |  |  |
|  |
| ***Réponse(s) :*** *t=20 ms; f = 50 Hz*30V20VUSt | *SP* |
|  | Avec: R = 1 kΩ | Tension de retournement = 40 VUH = 10 VDessiner l'allure de la tension de sortie (Uout) Déterminer C pour que la fréquence soit de 1 kHz. |  |  |
|  |
| ***Réponse(s) :*** *C= 721,3 nF*40V10VUSt | *SP* |
|  | Avec: C = 500 ηF  | Tension de retournement = 25 VUH = 5 VDessiner l'allure de la tension de sortie (Uout) Déterminer R pour que la fréquence soit de 750 Hz. |  |  |
|  |
| ***Réponse(s) :*** *T=1,33 ms; R = 4537 Ω*25V5VUSt | *SP* |
|  | Avec: R=4500 Ω  | Tension de retournement = 25 VUH = 5 VDessiner l'allure de la tension de sortie (Uout) Déterminer C pour que la fréquence soit de 500 Hz. |  |  |
|  |
| ***Réponse(s) :*** *T= 2 ms; C = 756 ηF*25V5VUSt | *SP* |
|  | Dessiner la caractéristique I = f (u) d'un DIACUDIACIDIAC . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  |  |
| ***Réponse(s) :*** | *SP* |

[Retour au haut de la page](#_top)

## Triac

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Avec R1= 50 kΩ et C1= 1 μF | Spécifications triac* tension de gâchette = 0,7 V
* tension de retournement = 400 V

Spécification diac :* tension de retournement = 32 V

Calculer le temps pour mettre le triac en conduction après la fermeture de S |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *t= 51,1 ms* | *SP* |
|  | Avec R1=470 kΩ | Spécifications triac* tension de gâchette = 0,7 V
* tension de retournement = 400 V

Spécification diac :* tension de retournement = 30 V

Déterminer R2 afin que l'angle de conduction soit de 45°Dessiner l'allure de Ucharge |  |  |
|  |
| ***Réponse(s) :*** *u12 =230 V; i12 =425,5 μA; R12=540,5 kΩ; R2= 70,5 kΩ*tUch | *SP* |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Avec R1=270 kΩ | Spécifications triac* tension de gâchette = 0,7 V
* tension de retournement = 400 V

Spécification diac :* tension de retournement = 28 V

Déterminer R2 afin que l'angle de conduction soit de 30°Dessiner l'allure de Ucharge |  |  |
|  |
| ***Réponse(s) :*** *u12 =162,6 V; i12 =498,6 μA; R12=326,2 kΩ; R2= 56,15 kΩ**Allure de Ucharge:*  | *SP* |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Avec R1=350 kΩ  | Spécifications triac* tension de gâchette = 0,7 V
* tension de retournement = 400 V

Spécification diac :* tension de retournement = 45 V

Déterminer R2 afin que l'angle de conduction soit de 60°Dessiner l'allure de Ucharge |  |  |
|  |
| ***Réponse(s) :*** *u12 =281,7 V; i12 =676,3 μA; R12=326,2 kΩ; R2= 66,5 kΩ**Allure de Ucharge:*  | *SP* |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Avec R1=270 kΩ et R2=56,15 kΩ | Spécifications triac* tension de gâchette = 0,7 V
* tension de retournement = 400 V

Spécification diac :* tension de retournement = 28 V

Déterminer l'angle de conduction Dessiner l'allure de Ucharge |  |  |
|  |
| ***Réponse(s) :*** *i12 =498,6 μA;R12=326,2 kΩ; u12 =162,6 V;α=30°**Allure de Ucharge:*  | *SP* |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Avec R1=350 kΩ et R2=66,5 kΩ | Spécifications triac* tension de gâchette = 0,7 V
* tension de retournement = 400 V

Spécification diac :* tension de retournement = 45 V

Déterminer l'angle de conduction Dessiner l'allure de Ucharge |  |  |
|  |
| ***Réponse(s) :*** *i12 =676,3 μA; R12=326,2 kΩ; u12 =281,7 V; α=60°**Allure de Ucharge:*  | *SP* |
|  | Dessiner la caractéristique I = f (u) d'un TRIACUDIACIDIAC . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 |  |
| ***Réponse(s) :*** |   | *SP* |

[Retour au haut de la page](#_top)

## JFET

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Quelle sera la tension Vout si les caractéristiques du JFET sont :RDS(ON) = 150 Ωa) lorsque V commande = 0 Vb) lorsque V commande < VGS blocage |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *a) 5 V; b) 15V* | *SP* |
|  |  | Caractéristiques de la LED : 2 V; 20 mACaractéristique du JFET : IDSS = 20 mACalculer la puissance dissipée par le JFET |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *PJFET = 440mW* | *SP* |
|  |  | Quel sera le courant dans R1 si les caractéristiques du JFET sont :VGS(blocage) = - 6 VIDSS = 100 mA |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *IR1=44,4 mA* | *SP* |

[Retour au haut de la page](#_top)

## MOSFET à appauvrissement

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | IDSS = 10 AVGS(OFF) = - 8VCalculer la puissance dissipée par R lorsque U = + 3V |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *I=3,91 A ; PR= 763 W* | *SP* |
|  |  | IDSS = 10 AVGS(OFF) = - 8Va) Calculer la tension U qui permettra de dissiper 750 W dans la résistance R b) Calculer la tension U qui permettra de dissiper 1000 W dans la résistance Rc) Calculer la tension U qui permettra de dissiper 1200 W dans la résistance R |  |  |
| ***Réponse(s) :***1. *IR=3,873 A; VGS = -3,02 V donc U= 3,02 V*
2. *IR=4,472 A; VGS = - 2,65V donc U=2,65 V*
3. *IR=4,899 A; VGS = - 2,4 V donc U= 2,4 V*
 | *SP* |
|  | Un MOSFET canal N (à appauvrissement) a les caractéristiques suivantes :VGS(OFF) = - 3,5 VIDSS = 12 mAQuel sera le courant de drain ?a) si VGS = -2,5 V b) si VGS = -1,5 V |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *a) ID= 0,98mA; b) ID=3,92mA* | *SP* |
|  | Un MOSFET canal N (à appauvrissement) a les caractéristiques suivantes :VGS(OFF) = - 3,5 VIDSS = 12 mAQuel sera le courant de drain ?a) si VGS = -2,5 V b) si VGS = -1,5 Vc) si VGS = -0,75 Vd) Esquisser un graphique Id = f (VGS)  Echelle: Horizontale: 1cm=0,5V Verticale: 1cm = 2mA |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *a) ID= 0,98mA; b)ID=3,92mA c) ID=7,41mA*  | *SP* |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Un MOSFET canal N (à appauvrissement) a les caractéristiques suivantes :VGS(off) = -7 VIDSS = 15 A | Calculer le courant de drain pour :a) VGS = 0 Vb) VGS = - 5 Vc) VGS = - 10 V |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *a) ID = IDSS =15 A; b) ID= 1,22A; c) ID=0 A car VGS < VGS(off)* | *SP* |

[Retour au haut de la page](#_top)

## MOSFET à enrichissement

U

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | UGS2V5V6AIDVGS | UGS |  |  |
| Calculer le courant dans la résistance lorsque UGS = 1,5 V et lorsque UGS = 4 V.Avec U = 230 V et R = 50 Ω |
| ***Réponse(s) :*** *Lorsque U=1,5 V: ID =0A; Lorsque U=4 V: ID =2,67 A avec K=2/3* | *SP* |
|  | Un MOSFET canal N à enrichissement possède les caractéristiques ci-contre: a) Que vaudra ID si VGS = 5 V ?b) Que vaudra ID si VGS = 7 V ?c) Que doit valoir VGS pour que ID = 800 mA |  |  |  |
|  |
| ***Réponse(s) :*** *k=10,2.10 -3A / V2* *a) ID=40,8 mA; b) ID=163, 3 mA;c) VGS=11,85V* | *SP* |
|  | Un MOSFET canal N (à enrichissement) a les caractéristiques suivantes :VGS(TH) = 2 V K = 1,2 A / V2 |  |  |
| Calculer le courant de drain pour :505555a) VGS = 7 V b) VGS = 2 V c) VGS = 0,5 V |
| ***Réponse(s) :*** *a) ID =30 A ; b) ID= 0 A car VGS = VGS(TH) ;c) ID= 0 A car VGS < VGS(TH)* | *SP* |

[Retour au haut de la page](#_top)

## IGBT

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | VGE (TH) = 2 VA = 5 A / V2Calculer IZ  lorsque U = 5 VAjouter diode de roue libre ! |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *IZ = 45 A* | *SP* |
|  |  | Que vaut UZ si U = 10 V ? |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *A= 0,125 A / V2; IZ = 6,125 A; UZ=122,5 V* | *SP* |
|  |  | VGE(TH) = 2 VA = 4 A / V2Calculer IZ  lorsque U = 5 V |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *IZ = 36 A* | *SP* |
|  |  | VGE(TH) = 2 VA = 7 A / V2Calculer IZ  lorsque U = 5 V |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *IZ = 63 A* | *SP* |

[Retour au haut de la page](#_top)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | VGE(TH) = 3 VA = 6 A / V2Que doit valoir U pour que IZ = 37,5 AQue vaut IZ lorsque U = 10 V |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *U= 5,5 V ; IZ = 294 A* | *SP* |

[Retour au haut de la page](#_top)

## QCM

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Parmi les composants suivant, lequel est un thyristor ? |  |  |
|  |  |  |  |
| □ | □ | □ | □ |
| ***Réponse(s) :***  |  | *SP* |
|  | Parmi les composants suivant, lequel est un diac ? |  |  |
|  |  |  |  |
| □ | □ | □ | □ |
| ***Réponse(s) :***  |  | *SP* |
|  | Parmi les composants suivant, lequel est un triac ? |  |  |
|  |  |  |  |
| □ | □ | □ | □ |
| ***Réponse(s) :***  |  | *SP* |
|  | Parmi les composants suivant, lequel est un mosfet ? |  |  |
|  |  |  |  |
| □ | □ | □ | □ |
| ***Réponse(s) :***  |  | *SP* |
|  | Parmi les composants suivant, lequel est un IGBT ? |  |  |
|  |  |  |  |
| □ | □ | □ | □ |
| ***Réponse(s) :***  |  | *SP* |

[Retour au haut de la page](#_top)