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 conduction  Dessiner 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 thyristor  UDIAC  IDIAC  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . . | |  |  |
| ***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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | C  US  R2  Ue  230V  50Hz  UC  R1 | Dessiner l'allure de la tension de sortie (tension aux bornes de R2) |  |  |
|  | |
| ***Réponse(s) :***  US  t | | | *AMAD* | |
|  |  | Tension de retournement = 30 V  UH = 20 V  R = 1 kΩ  C = 49,33 μF  Dessiner l'allure de la tension de sortie (Uout)  Calculer la fréquence |  |  |
|  | |
| ***Réponse(s) :*** *t=20 ms; f = 50 Hz*  30V  20V  US  t | | | *SP* | |
|  | Avec: R = 1 kΩ | Tension de retournement = 40 V  UH = 10 V  Dessiner l'allure de la tension de sortie (Uout)  Déterminer C pour que la fréquence soit de 1 kHz. |  |  |
|  | |
| ***Réponse(s) :*** *C= 721,3 nF*  40V  10V  US  t | | | *SP* | |
|  | Avec: C = 500 ηF | Tension de retournement = 25 V  UH = 5 V  Dessiner 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*  25V  5V  US  t | | | *SP* | |
|  | Avec: R=4500 Ω | Tension de retournement = 25 V  UH = 5 V  Dessiner 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*  25V  5V  US  t | | | *SP* | |
|  | Dessiner la caractéristique I = f (u) d'un DIAC  UDIAC  IDIAC  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . . | |  |  |
| ***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*  t  Uch | | | *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 TRIAC  UDIAC  IDIAC  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . .  . . . . . . . . . . . . . | | | 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 Ω  a) lorsque V commande = 0 V  b) lorsque V commande < VGS blocage |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *a) 5 V; b) 15V* | | | *SP* | |
|  |  | Caractéristiques de la LED : 2 V; 20 mA  Caractéristique du JFET : IDSS = 20 mA  Calculer 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 V  IDSS = 100 mA |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *IR1=44,4 mA* | | | *SP* | |

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

## MOSFET à appauvrissement

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | IDSS = 10 A  VGS(OFF) = - 8V  Calculer la puissance dissipée par R lorsque U = + 3V |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *I=3,91 A ; PR= 763 W* | | | *SP* | |
|  |  | IDSS = 10 A  VGS(OFF) = - 8V  a) 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 R  c) 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 V  IDSS = 12 mA  Quel 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 V  IDSS = 12 mA  Quel sera le courant de drain ?  a) si VGS = -2,5 V  b) si VGS = -1,5 V  c) si VGS = -0,75 V  d) 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 V  IDSS = 15 A | Calculer le courant de drain pour :  a) VGS = 0 V  b) VGS = - 5 V  c) 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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | UGS  2V  5V  6A  ID  VGS | 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 :  505555  a) 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 V  A = 5 A / V2  Calculer IZ  lorsque U = 5 V  Ajouter 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 V  A = 4 A / V2  Calculer IZ  lorsque U = 5 V |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *IZ = 36 A* | | | *SP* | |
|  |  | VGE(TH) = 2 V  A = 7 A / V2  Calculer IZ  lorsque U = 5 V |  |  |
| ***Réponse(s) :*** *IZ = 63 A* | | | *SP* | |

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | VGE(TH) = 3 V  A = 6 A / V2  Que doit valoir U pour que IZ = 37,5 A  Que 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)