

**ELECTRÓNICA DE POTENCIA – SEMESTRAL**  
**FAC. DE ING. ELÉCTRICA**  
**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ**

Nombre: \_\_\_\_\_  
 Prof. Abdiel Bolaños

Cédula: \_\_\_\_\_  
 Fecha: 23 – 11 – 2015

Grupo: \_\_\_\_\_

**RESUELVA LOS SIGUIENTES PROBLEMAS**

1. Referente a los tiristores, encierre en un círculo la letra correspondiente a los enunciados que son ciertos. **10 pts**

- Son utilizados preferiblemente en circuitos de corriente directa
- Para un circuito de 120Vrms es mejor utilizar un SCR de 400V que uno de 800V.
- El cuarto cuadrante de un TRIAC no se debe utilizar por ser poco sensible.
- Los GTO se utilizan cuando los requerimientos de potencia son elevados.
- Para disparar un UJT es suficiente con alcanzar el valor de  $V_p$
- Los SCR pueden colocarse en paralelo para manejar mayores corrientes.
- Un TRIAC que en el semiciclo negativo recibe una corriente entrando usa el 3er cuadrante.
- Para evitar que las islas de los SCR se apaguen debe mantenerse una corriente en la compuerta.
- La corriente de activación de un GTO es mucho mayor que la corriente de bloqueo (compuerta)
- Los optoacopladores con circuitos de **cruce por cero** sólo se utilizan para función de **ON-OFF**

2. Se utiliza un IGBT IRG4PF50W para controlar una carga de 360V y 15A. Para controlar la potencia de salida, el ciclo de trabajo del IGBT puede ajustarse entre 0.1 y 0.9 y el usuario puede elegir entre trabajar en modo económico ( $f_s=5\text{kHz}$ ) o modo silencioso ( $f_s=10\text{kHz}$ ). La temperatura ambiente en el lugar donde se instalará el control varía entre 28 y 35°C. **Debe considerarse como objetivo de diseño que la fiabilidad del dispositivo a largo plazo se doble.**

- Calcule los circuitos de ayuda a la conmutación (snubber) para el disparo y el bloqueo, asumiendo que  $\Delta V_{ce}=0.5V_d$  y que  $\Delta V_{ce,max}=0.15V_d$ . **20 pts**
- El tamaño mínimo del disipador de calor considerando los snubber. De ser posible escoja un disipador de la figura.

3. Se desea un circuito sencillo que haga las funciones de dimer (control de intensidad) para un foco incandescente utilizando como dispositivo de potencia un TRIAC.

- Diseñe un circuito que entregue energía en ambos semiciclos con la posibilidad de ángulos de disparo mayores que 90°. Si necesita capacitores debe utilizar de 1µF. Debe dibujarlo. **10 pts**
- En que cuadrantes es disparado el TRIAC. **15 pts**

4. Un rectificador controlado tiene como voltaje de entrada 230Vrms y las inductancias de la fuente por el orden de 0.15mH cada fase. Calcule:

- El valor del ángulo de disparo para obtener un voltaje DC de 180V si se entregan 20kW.
- El ángulo de conmutación en microsegundos?

$$\cos(\alpha + u) = \cos \alpha - \frac{2\omega L_s}{\sqrt{2}V_{LL}} I_d \quad V_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_{LL} \cos \alpha - \frac{3\omega L_s}{\pi} I_d$$

5. Luego de hacer mediciones con un analizador de energía un operario toma los siguientes valores de corriente del panel central de un sistema trifásico en estrella.

| $I_1$ | $I_3$ | $I_5$ | $I_7$ | $I_9$ | $I_{11}$ | $I_{13}$ | $I_{15}$ | $I_{17}$ | $I_{19}$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 78A   | 13A   | 26A   | 21A   | 7A    | 11A      | 8A       | 4A       | 3.1A     | 2A       |

Además, el ángulo de desfase entre el voltaje y la corriente fundamental fue de 9°. Curiosamente las corrientes en las tres fases fueron iguales

**Determine**

**Parcial 3      35 puntos**

- a. La corriente total en las fases  
b. El Factor de potencia  
c. La corriente total en el neutro
6. Se desea generar un voltaje fijo de 90Vdc a partir de una fuente que puede variar entre 18 y 36V. Determine el valor mínimo del inductor si se desea trabajar en modo continuo de corriente para una corriente de salida que oscila entre 2 y 15A. Determine también el valor mínimo del capacitor para una variación en el voltaje de salida no debe superar los 0.25V. Como diseñador debe escoger una frecuencia de trabajo 10kHz. Calcule también el valor de la variación de voltaje en la salida cuando el voltaje de entrada es 24V y la corriente de carga 5A.
7. Se desea diseñar un convertidor DC-DC reductor con voltaje salida de 5V mientras la entrada puede variar entre 12 y 18V, la corriente de carga máxima es de 12A, y se debe trabajar en modo discontinuo. Dibuje el área de operación del convertidor dibujando la curva de frontera para la corriente de salida 10A.

Parcial 3 35 puntos

Parcial 3 30 puntos

Semestral 15 puntos

8. Se necesita generar una salida trifásica de 480Vrms utilizando una  $m_a=0.8$ . Determine:
- El voltaje DC necesario
  - El voltaje de distorsión
  - Con el valor de  $V_d$  calculado en a), cuál es el máximo voltaje fundamental que se puede generar.

15 pts

| $m_a$        | 0.2   | 0.4   | 0.6   | 0.8   | 1.0   |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $h$          |       |       |       |       |       |
| 1            | 0.122 | 0.245 | 0.367 | 0.490 | 0.612 |
| $m_f \pm 2$  | 0.010 | 0.037 | 0.069 | 0.135 | 0.195 |
| $m_f \pm 4$  |       |       |       | 0.005 | 0.011 |
| $2m_f \pm 1$ |       |       |       |       |       |
| $2m_f \pm 5$ | 0.116 | 0.200 | 0.227 | 0.192 | 0.111 |
|              |       |       |       | 0.008 | 0.020 |
| $3m_f \pm 2$ |       |       |       |       |       |
| $3m_f \pm 4$ | 0.027 | 0.085 | 0.124 | 0.108 | 0.038 |
|              |       | 0.007 | 0.029 | 0.064 | 0.096 |
| $4m_f \pm 1$ |       |       |       |       |       |
| $4m_f \pm 5$ | 0.100 | 0.096 | 0.065 | 0.064 | 0.042 |
| $4m_f \pm 7$ |       |       | 0.021 | 0.051 | 0.073 |
|              |       |       |       | 0.010 | 0.030 |

Armónicos generalizados de  $V_{LL}$  para un inversor trifásico con un valor de  $m_f$  elevado.  
El valor obtenido obedece a la relación  $(V_{LL})/V_d$ .

Dibuje la forma de onda del voltaje de salida de un inversor puente completo que genera una cuadrada a partir de un voltaje de 180VDC con una frecuencia de 60Hz (dos ciclos completos).

- a. Dibuje también el espectro para el voltaje de salida considerando hasta el armónico número 15 (indique magnitud y frecuencia)

15 pts

sión Armónica

$$\frac{I_{S1}}{I_S} \cdot DPF \quad I_S = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T i_s^2(t) \cdot dt \right]^{1/2} \quad I_S = \left[ I_{S1}^2 + \sum_{h=2}^{\infty} I_{sh}^2 \right]^{1/2} \quad I_{dis} = \left[ I_S^2 - I_{S1}^2 \right]^{1/2} = \left[ \sum_{h=2}^{\infty} I_{sh}^2 \right]^{1/2} \quad \%THD = \frac{I_{dis}}{I_{S1}} \cdot 100$$

rtidores elevadores

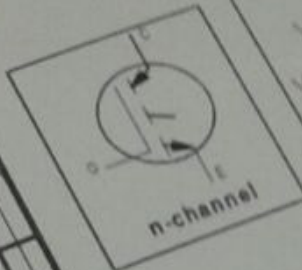
$$I_{S1} = \frac{V_o}{2L} D(1-D)^2 \quad I_{OB} = \frac{T_S V_d}{2L} D(1-D) \quad \frac{V_o}{V_d} = \frac{1}{1-D} \quad \Delta V_o = \frac{I_o D T_S}{C}$$



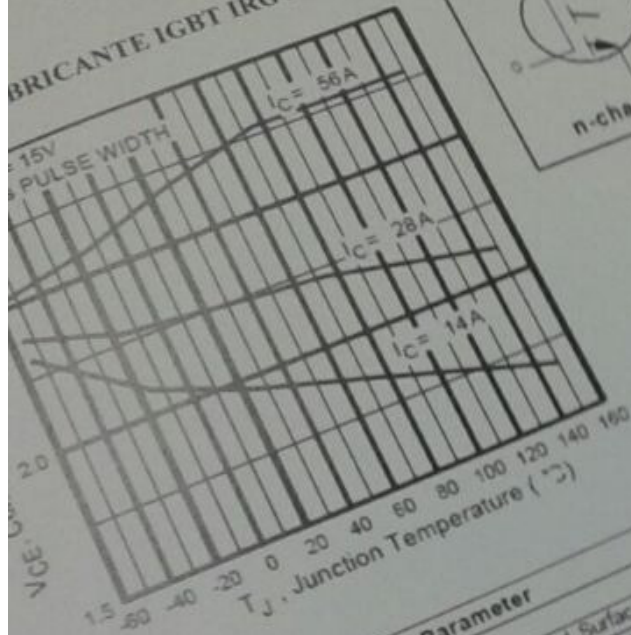
$$I_{on} = \frac{V_d T_s}{2L} D(1-D)$$

$$I_{on} = \frac{V_d T_s}{2L} (1-D)$$

BRICANTE IGBT IRG4PF50W



$V_{CES} = 900V$   
 $V_{CE(sat)} \approx 2.25V$   
 @  $V_{GE} = 15V, I_C = 28A$



| Parameter                                 | Typ.     | Max. | Units  |
|---|----------|------|--------|
| Junction-to-Case                          | —        | 0.64 | °C/W   |
| Case-to-Sink, Flat, Greased Surface       | —        | —    | —      |
| Junction-to-Ambient, typical socket mount | 0.24     | 40   | °C/W   |
| Weight                                    | 6 (0.21) | —    | g (oz) |

### Características Eléctricas

|           |                     |   |     |    |
|-----------|---------------------|---|-----|----|
| $t_{on}$  | Turn-On Delay Time  | — | 28  | ns |
| $t_r$     | Rise Time           | — | 25  | ns |
| $t_{off}$ | Turn-Off Delay Time | — | 280 | ns |
| $t_f$     | Fall Time           | — | 90  | ns |

$T_J = 150^\circ C$   
 $I_C = 28A, V_{CE} = 720V$   
 $V_{GE} = 15V, R_\theta = 5.0 \Omega$   
 Energy losses include "tail"

### Pérdidas

$$P_{ON} = V_{CE-ON} I_O D$$

$$P_S = V_O I_O f_s (t_r + t_f)$$

$$T_J = T_a + P_{TOT} (R_{\theta JC} + R_{\theta CS} + R_{\theta SA})$$

### Snubbers

$$C_{SI} = \frac{I_O t_f}{2V_d}$$

$$\Delta V_{CE} = \frac{L_S I_O}{t_n}$$

$$\frac{V_d}{R_S} = 0.2 I_O$$

$$\Delta V_{CE, max} = R_{LS} I_O$$

$$P_Q = \frac{I_a^2 f_s}{24C_{SI}}$$

$$P_R = \frac{C_S V_d^2}{2} f_s$$

$$P_R = \frac{L_S I_O^2}{2} f_s$$

$$P_Q = \frac{V_{CE} I_O t_f}{2} f_s$$

BUENA SUERTE