

Electrónica 2 (APEL)
INTRODUÇÃO AOS DISPOSITIVOS DA ELECTRÓNICA DE POTÊNCIA
PROGRAMA

1. Díodos lentos e Díodos rápidos de potência.

- 1.1. Característica V_{ak} versus I_{ak} .
- 1.2. Características eléctricas.
 - 1.2.1. Em tensão : V_{rsm} , V_{rrm} , V_{rwm} , V_d ...
 - 1.2.2. Em corrente: I_{dav} , I_{drms} ...
 - 1.2.3. Em potência.
- 1.3. Características térmicas.
 - 1.3.1. T_{jmax} , R_{qj} , Z_{qj} .
- 1.4. Funcionamento em comutação.
- 1.5. Protecções térmicas.
 - 1.5.1. Dimensionamento do dissipador.
- 1.6. Aplicação em conversores electrónicos de potência.

2. O Tiristor.

- 2.1. Característica V_{ak} versus I_{ak} .
- 2.2. Características eléctricas.
 - 2.2.1. Em tensão : V_{dsm} , V_{drm} , V_{dmm} , V_{rsm} , V_{rrm} , V_{rwm} , V_t , V_{rgm} , V_{gt} , V_{gd} , dv/dt (máx).
 - 2.2.2. Em corrente: I_{tav} , I_{trsm} , I_{trm} , I_{tsm} , I_r , I_d , I_l , I_h , I_{gt} , di/dt (máx).
 - 2.2.3. Em potência: I_2t , $P_g(av)$, $P_g(máx)$, P_d , $P_g(pk)$.
- 2.3. Características térmicas.
 - 2.3.1. T_{jmax} , R_{qj} , Z_{qj} .
- 2.4. Funcionamento em comutação e características de comando da porta.
 - 2.4.1. Definição de t_{gd} , t_{gr} , t_{gt} .
 - 2.4.2. Influência da forma de onda da corrente de porta na entrada em condução.
 - 2.4.3. Dimensionamento do circuito de comando.
 - 2.4.4. Dimensionamento do circuito de comando com Transformadores de Impulsos.
- 2.5. Protecções eléctricas.
 - 2.5.1. Em máximo gradiente de corrente dI_{ak}/dt (máx).
 - 2.5.2. Em máximo gradiente de tensão dV_{ak}/dt (máx).
 - 2.5.3. Em curto circuito e sobrecargas.
 - 2.5.4. Em sobretensão.
- 2.6. Protecções térmicas.
 - 2.6.1. Dimensionamento do dissipador.
- 2.7. Aplicação em conversores electrónicos de potência.

3. O Triac.

- 3.1. Característica V_{ak} versus I_{ak} .
- 3.2. Características eléctricas.
 - 3.2.1. Em tensão.
 - 3.2.2. Em corrente.
 - 3.2.3. Em potência.
- 3.3. Características térmicas.
- 3.4. Funcionamento em comutação e características de comando da porta.
 - 3.4.1. Quadrantes de funcionamento.
 - 3.4.2. Sensibilidade da porta.
 - 3.4.3. Funcionamento com carga indutiva.
- 3.5. Protecções eléctricas.
 - 3.5.1. Em máximo di/dt .
 - 3.5.2. Em máximo dv/dt estático.
 - 3.5.3. Em máximo dv/dt em comutação.
 - 3.5.4. Em curto circuitos e sobrecargas.
- 3.6. Protecções térmicas.
 - 3.6.1. Dimensionamento do dissipador.
- 3.7. Aplicação em conversores electrónicos de potência.

4. O Transistor Bipolar de Junção de Potência(BJT).

- 4.1. Estrutura interna. Característica V_{ce} versus I_c .
- 4.2. Características eléctricas:

Electrónica 2 (APEL)
INTRODUÇÃO AOS DISPOSITIVOS DA ELECTRÓNICA DE POTÊNCIA
PROGRAMA

- 4.2.1. Em tensão: V_{ce0} , V_{cer} , V_{ces} , V_{cex} , V_{be0} , V_{cesat} , V_{besat} .
 - 4.2.2. 3.2.2-Em corrente: $I_c(\text{máx})$ em regime dc e pulsado, $I_b(\text{máx})$.
 - 4.2.3. Em potência: $P_d(\text{máx})$ em regime contínuo e pulsado.
 - 4.3. Disrupções secundária directa e inversa.
 - 4.4. As áreas seguras de funcionamento (SOA).
 - 4.5. Funcionamento em comutação e características de comando da base.
 - 4.5.1. Passagem ao estado de condução:
 - 4.5.1.1. Controlo da descida de V_{ce} .
 - 4.5.1.2. Influência da forma de onda de comando na entrada em condução.
 - 4.5.1.3. Escolha do valor do ganho forçado.
 - 4.5.2. Passagem ao estado de bloqueio:
 - 4.5.2.1. Controlo da descida de I_c .
 - 4.5.2.2. Influência do valor do ganho forçado nos tempos de armazenamento.
 - 4.5.2.3. Uso de malhas anti-saturação (Baker Clamp)- Dimensionamento dos díodos.
 - 4.6. Protecções eléctricas.
 - 4.6.1. Os circuitos de auxílio à comutação: Dimensionamento
 - 4.7. Protecções térmicas.
 - 4.7.1. Dimensionamento do dissipador.
 - 4.8. Condições e métodos de protecção contra curto circuitos e sobrecargas.
 - 4.9. Estudo da configuração Darlington em modo comutado.
 - 4.9.1. Estrutura.
 - 4.9.2. Passagem ao estado de condução.
 - 4.9.3. Passagem ao estado de bloqueio:
 - 4.9.3.1. Com anulamento de I_b .
 - 4.9.3.2. Com controlo de uma base.
 - 4.9.3.3. Com controlo das duas bases, com e sem diodo de speed-up.
 - 4.10. Exemplos de circuitos de comando e protecção.
 - 4.11. Aplicação em conversores da electrónica de potência.
- 5. O Transistor Unipolar de Potência (MOSFET)**
- 5.1. Estrutura interna e característica V_{ds} versus I_d .
 - 5.2. Características eléctricas.
 - 5.2.1. Em tensão: V_{ds} , V_{dgr} e V_{gs} máximos. $V_{(br)ds}$, $V_{gs(th)}$ e V_{sd} (diodo).
 - 5.2.2. Em corrente: I_d contínua e pulsada, I_{dss} , I_{gss} , I_{dr} e I_{drm} .
 - 5.2.3. Em potência: P_d máxima em regime contínuo e pulsado.
 - 5.3. Características térmicas.
 - 5.3.1. $T_{jmáx}$, R_{qi} , Z_{qi} .
 - 5.3.2. As áreas seguras de funcionamento (SOA).
 - 5.4. Funcionamento em comutação e características de comando da porta.
 - 5.4.1. Definição de C_{iss} , C_{oss} , C_{rss} , $R_{ds(on)}$ e g_{fs} .
 - 5.4.2. Passagem ao estado de condução.
 - 5.4.2.1. Estudo das formas de onda V_{ds} , V_{gs} e I_d em comutação com cargas resistivas e indutivas. definição de Q_{gs} , Q_{gd} e Q_g .
 - 5.4.3. Passagem ao estado de bloqueio.
 - 5.4.3.1. Estudo das formas de onda V_{ds} , V_{gs} e I_d em comutação com cargas resistivas e indutivas.
 - 5.5. Protecções eléctricas.
 - 5.5.1. Utilização de CACs.
 - 5.5.2. Protecções contra dv/dt .
 - 5.5.3. Protecções contra curto circuitos e sobrecargas.
 - 5.6. Protecções térmicas.
 - 5.6.1. Dimensionamento do dissipador.
 - 5.7. Exemplos de circuitos de comando e protecção.
 - 5.8. Aplicação em conversores electrónicos de potência.
- 6. O Transistor Bipolar de Porta Isolada (IGBT).**
- 6.1. Estrutura interna. Característica V_{ce} versus I_c .
 - 6.2. Características eléctricas.
 - 6.2.1. Em tensão: V_{ces} , $V_{ggr}(R_{ge})$, $V_{gemáx}$, V_{geth} , V_{cesat} .

Electrónica 2 (APEL)
INTRODUÇÃO AOS DISPOSITIVOS DA ELECTRÓNICA DE POTÊNCIA
PROGRAMA

- 6.2.2. Em corrente: $I_{cm\acute{a}x}(dc)$ e I_{cp} .
 - 6.2.3. Em potência: $P_{dm\acute{a}x}$ em regime contínuo e pulsado.
 - 6.3. Características térmicas.
 - 6.3.1. $T_{jm\acute{a}x}$, $R_{\theta j-c}$, $Z_{\theta j-c}$.
 - 6.3.2. As áreas seguras de funcionamento (SOA).
 - 6.4. Funcionamento em comutação e características de comando da porta.
 - 6.4.1. Definição de C_{iss} , C_{oss} , C_{rss} e g_{fs} .
 - 6.4.2. Passagem ao estado de condução e passagem ao estado de bloqueio. Controlo das características de comutação.
 - 6.5. Protecções eléctricas.
 - 6.5.1. Utilização de CACs.
 - 6.5.2. Protecção contra picos de tensão na porta.
 - 6.5.3. Protecção contra curto circuitos e sobrecargas.
 - 6.6. Protecções térmicas.
 - 6.6.1. Dimensionamento do dissipador.
 - 6.7. Exemplos de circuitos de comando e protecção.
 - 6.8. Aplicação em conversores electrónicos.
- 7. O Tiristor GTO.**
- 7.1. Estrutura interna e característica V_{ak} versus I_{ak} .
 - 7.2. Características eléctricas.
 - 7.2.1. Em tensão: V_{dsm} , V_{drm} , V_{dwm} , V_{rsm} , V_{rwm} , V_t , V_{rgm} , V_{gt} , V_{gd} , dv/dt , V_s (Udp).
 - 7.2.2. Em corrente: I_{tqg} , I_{trms} , I_{tav} , I_{tgq} , I_{tgqs} , I_l , I_h , di/dt , I_{gt} , dI_{gt}/dt .
 - 7.2.3. Em potência: $I_{2tm\acute{a}x}$, $P_g(av)$, P_{gm} , P_d .
 - 7.3. Funcionamento em comutação e características de comando da porta.
 - 7.3.1. Passagem ao estado de condução.
 - 7.3.1.1. Influência da forma de onda de corrente da porta nas perdas de comutação.
 - 7.3.1.2. Necessidade de corrente de manutenção e de um tempo mínimo no estado de condução.
 - 7.3.2. Passagem ao estado de bloqueio.
 - 7.3.2.1. Influência do valor do ganho e do dI_{gt}/dt nos tempos de armazenamento e queda e nas perdas de comutação. Necessidade de um
 - 7.3.2.2. tempo mínimo no estado de bloqueio.
 - 7.4. Protecções eléctricas.
 - 7.4.1. Em máximo gradiente de corrente di/dt .
 - 7.4.2. Em máximo gradiente de tensão dv/dt .
 - 7.4.3. Em curto circuitos e sobrecargas
 - 7.5. Protecções térmicas.
 - 7.5.1. Dimensionamento do dissipador.
 - 7.6. Aplicação em conversores electrónicos de potência.