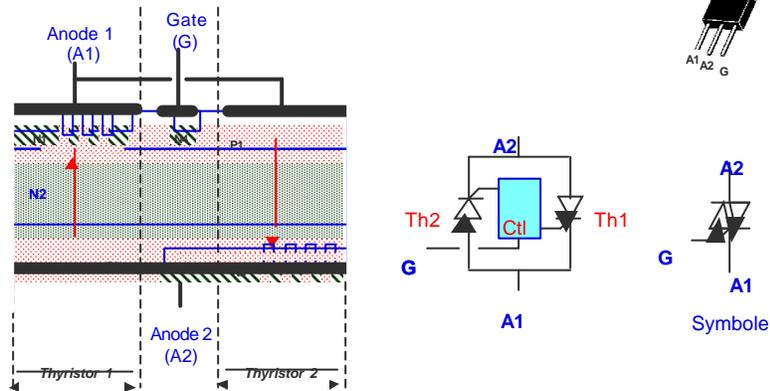


LE TRIAC

- **Structure**
- **Caractéristiques statiques :**
 - *Identiques aux SCRs*
 - *Particularités*
- **Caractéristiques dynamiques :**
 - **Amorçage**
Particularité (mode de déclenchement)
Paramètres identiques aux SCRs
 - **Blocage**
Particularité au blocage
- **Applications**

STRUCTURE



Le triac peut être assimilé à l'association de 2thyristors en antiparallèle.

Th1 (P2 N2 P1 N1) et Th2 (P1 N2 P2 N3)

Il n'existe qu'une seule électrode de commande: circuit de commande simplifié.

Le déclenchement (fermeture) peut se faire par un courant de gâchette **positif** ou **néгатif** quelle que soit la polarité de A2.

CARACTERISTIQUES STATIQUES

CARACTERISTIQUES STATIQUES Paramètres liés à la structure Thyristor

On utilise les mêmes symboles que pour les thyristors.

Paramètres (état bloqué):

VDRM : Tension max en direct à l'état bloqué

IDRM : Courant de fuite à $V_D = V_{DRM}$

(à $T_j = 25^\circ\text{C}$ et $T_j = T_{j\text{Max}}$)

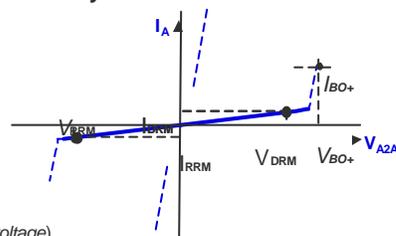
VRRM : Tension max en inverse

IRRM : Courant de fuite à $V_R = V_{RRM}$

(à $T_j = 25^\circ\text{C}$ et $T_j = T_{j\text{Max}}$)

VBO + et - : Tension de retournement (*Breakover voltage*)

IBO + et - : Courant de retournement



Les triacs actuellement fabriqués ont des tenues en tension qui vont de 400V à 1200V

Paramètres (état passant):

IT(RMS) : Courant RMS maximal @ T_c ou T_j donné

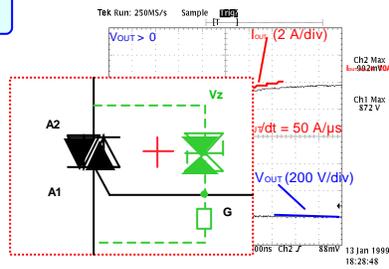
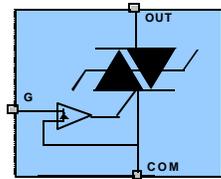
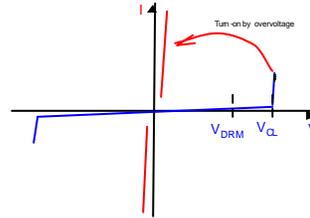
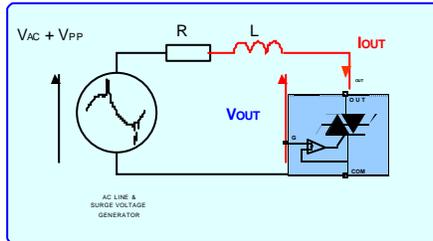
ITSM : Courant de surcharge maximal (10 à 100 fois $IT(RMS)$)

i^2t : Pertes Joule maximales (dimensionnement fusible de protection)

VTM : Chute de tension max, pour les 2 sens de conduction, à ITM donné

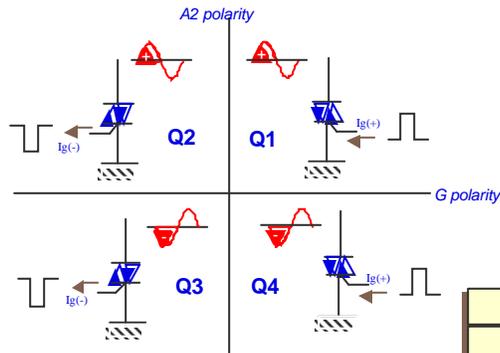
V_{to} & R_d : Expression linéaire pour approcher la chute de tension et les pertes de conduction

CARACTERISTIQUES STATIQUES Spécification au retournement pour les ACS



CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES Amorçage

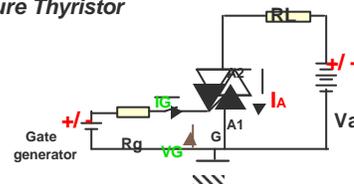
CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES Les 4 quadrants d'amorçage



Polarité par rapport à A1

	A2	G
Q1	+	+
Q2	+	-
Q3	-	-
Q4	-	+

CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES Paramètres liés à la structure Thyristor



On utilise les mêmes symboles que pour les thyristors.

Paramètres :

- IGT** : Courant minimum pour amorcer le Triac (spécifié en max)
- VGT** : Chute de tension entre G et A1 @ IGT
- VGD** : Tension max sans amorcer le triac (spécifié en min)
- di/dt** : Taux de croissance maximal du courant à l'amorçage (50 à 200 A/μs)
- IL + et -** : Courant de verrouillage (Latching)
- IH + et -** : Courant de maintient (Holding)
- td** : Temps de retard à l'amorçage (entre 50% de IG et 10% de IA)
- tr** : Temps de montée du courant (entre 10% et 90% de IA)

Les temps de commutation spécifiés sont ceux liés au quadrant le plus lent.
Le t_d est voisin de $0,5 \mu s$ pour un courant de gâchette $> 5 \cdot I_{GT}$
Le retard total à l'amorçage ($t_{gt} = t_d + t_r$) est inférieur à $2 \mu s$ (négligeable pour les applications 50 Hz).

CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES Courant de gâchette & Quadrant

Le courant de gâchette dépend du quadrant considéré :

- IGT Q1 est le plus faible.
- IGT Q2 et Q3 sont très voisins et sensiblement plus élevés que IGT Q1 (+ 20 à 50%)
- IGT Q4 est le plus important (1.5 à 2fois IGT Q1)

On trouve sur le marché des triac dits "**sensibles**": IGT de 3mA à 5mA / 10mA (suivant les séries)
et des triacs "**standard**": IGT: 25mA, 35 mA et 50mA

Pour amorcer correctement un triac il faut injecter un courant $IG \gg IGT$:

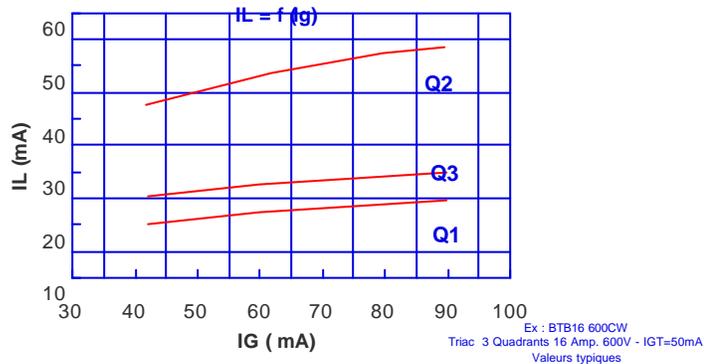
On recommande au moins 2 fois la valeur spécifiée

REMARQUE :

La plupart des nouveaux triacs ne peuvent pas être déclenchés dans le 4ème quadrant (Séries "**Snubberless**" et "**ACS**")

Cette modification de la structure permet de meilleures performances en commutation à l'ouverture.

CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES Courant de latching versus Quadrant & sensibilité



Le courant d'accrochage augmente légèrement avec le courant de gâchette.

On retrouve à peu près les mêmes considérations que celles fait sur l' IGT en fonction du Quadrant (IL plus faible pour Q1).

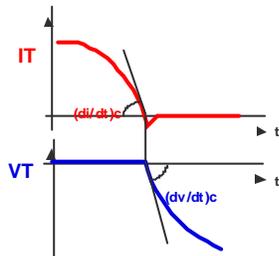
Le courant de Latching, et sa dépendance avec le quadrant, dépend surtout de la technologie.

CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES

Blocage

CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES

Risque de réamorçage au blocage



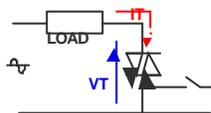
A l'ouverture au zéro de courant ($I_G = 0$), il y a conjonction de deux phénomènes:

- 1) **Recombinaison**: présence d'un courant inverse de recombinaison (+/- important selon le I_h , la T_j , etc.)
- 2) **Courant capacitif**: lié au dV/dt négatif réappliqué aux bornes du Triac.

Ces 2 phénomènes peuvent créer un courant négatif supérieur au I_L du "Thyristor" de l'alternance suivante. Dans ce cas, il y a **réamorçage intempestif** du Triac (risque de conduction permanent).

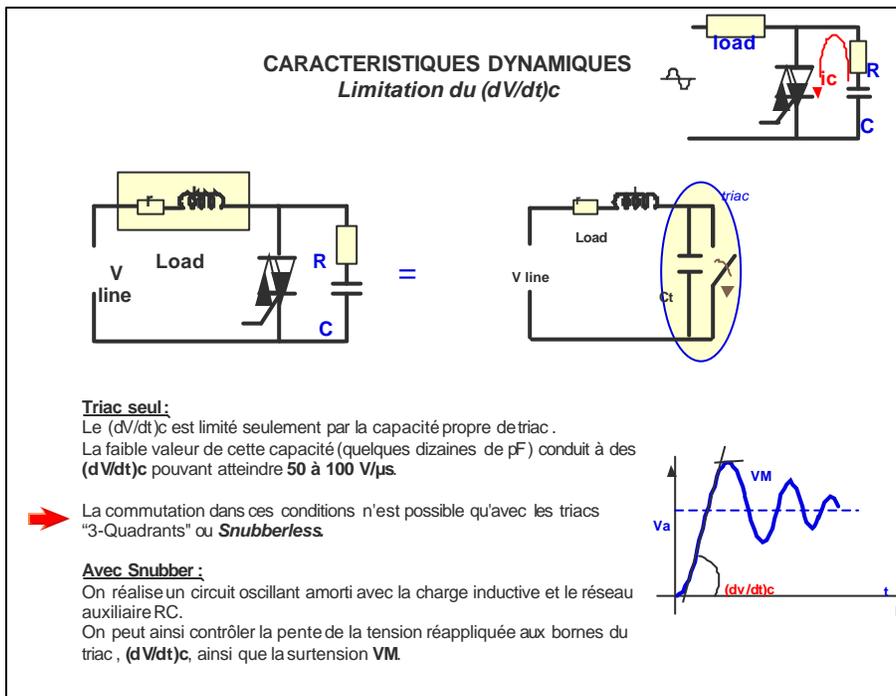
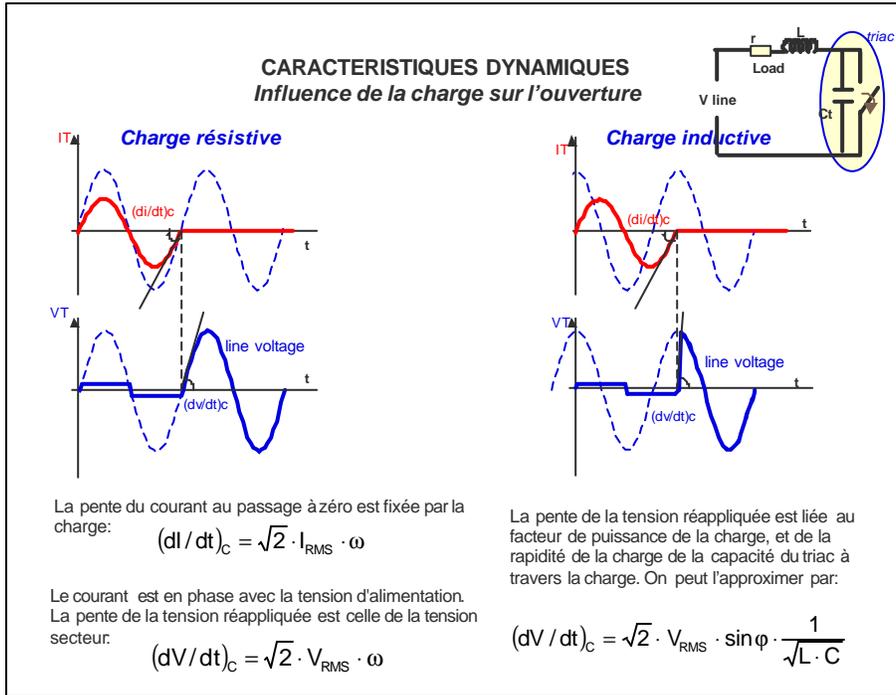
Le risque de déclenchement intempestif augmente avec :

- 1) **Le di/dt à la commutation ($di/dt)_c$** : plus il est fort, plus la quantité de charges stockées dans la structure, avant l'ouverture, est importante et donc le courant de recouvrement aussi.
- 2) **Le dV/dt à la commutation ($dV/dt)_c$**

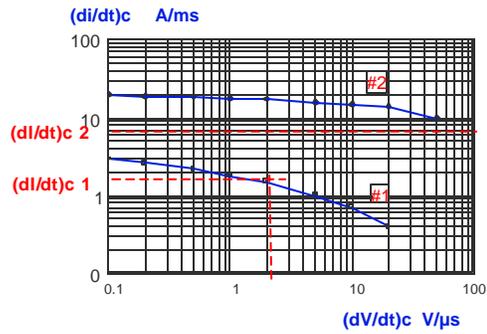


La capacité de blocage ($dI/dt)_c$ des Triacs est donc spécifiée:

- pour un $(dV/dt)_c$ donné
- tension max réappliquée
- T_j max (risque plus élevé)



CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES (di/dt)c critique fonction du (dV/dt)c

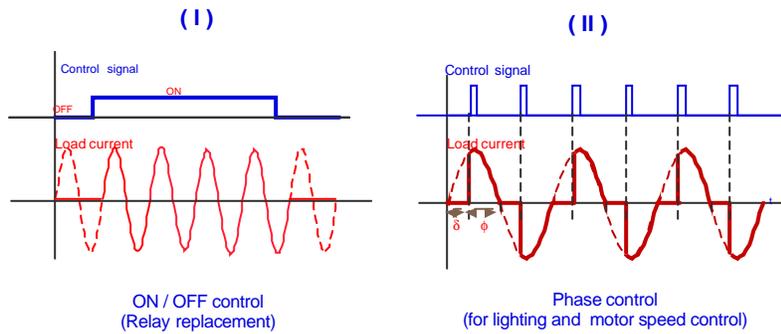


Pour tracer cette courbe caractéristique d'un échantillon on porte sur le graphique les valeurs du $(di/dt)_c$ qui provoquent le réamorçage spontané du triac pour différentes valeurs du $(dV/dt)_c$. On remarque que, pour certains types, le $(di/dt)_c$ critique varie peu avec le $(dV/dt)_c$ (ex. #2, SNUBERLESS).

APPLICATIONS

APPLICATION

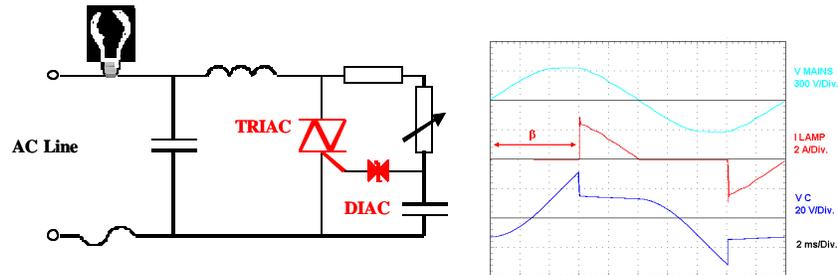
Deux modes de fonctionnement



DOMAINES D'APPLICATION

- > **Electroménager**
 - Machines à laver
 - Réfrigérateurs
 - Aspirateur
 - Four Micro-ondes
 - Cuisinière
 - Petit électroménager
- > **Eclairage**
 - Gradateur de lumière (dimmer)
 - Starter lampes à décharge
- > **HVAC (Heating Ventilation Air conditioning)**
 - Chauffage électrique / Chauffe eau
 - Ventilateur
 - Air conditionné
- > **TV -Equipement de bureau**
 - Commutateur automatique 110-220V
 - Limeur de courant d'appel (SMPS)
 - Circuit de démagnétisation
 - Photocopieurs
- > **Industriel**
 - Relais Statiques (Automate programmable, distributeurs,...)
 - Contrôle de moteurs
 - Soudure à l'arc

GRADATEUR DE LUMIERE (Lampe à incandescence)



- Commande en angle de phase
- Filtre LC obligatoire pour réduire les perturbations radioélectriques (Norme EN55015, 150KHz -30MHz)

Contrainte sur le triac :

- Surcharge en courant
- Commande en Q1 et Q3
- IH faible pour éviter les problèmes de flickering

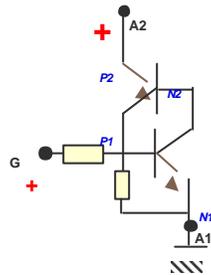
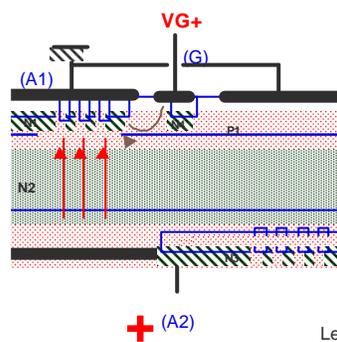
CONCLUSION

A retenir...

- **Domaine privilégié : basse fréquence , haute tension (> 600 V)**
 - Faible chute de tension
 - Faible coût
- **Intérêt d'utilisation**
 - Forte capacité en courant
 - Amorçage par une impulsion de courant (structure verrouillée)
 - Tenue en tension alternative
- **Faiblesse (par rapport aux thyristors):**
 - Risque de réamorçage (di/dt_c)
- **Avantage (par rapport aux thyristors):**
 - Une seule gâchette pour commander les 2 alternances

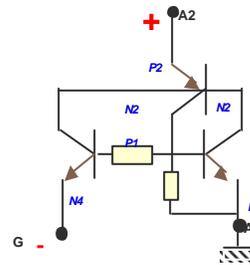
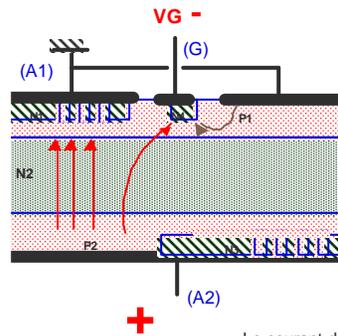
BACK-UP

DECLENCHEMENT Q1 (+ +)



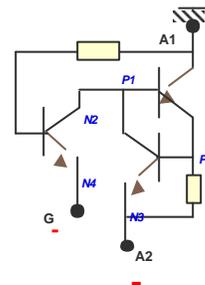
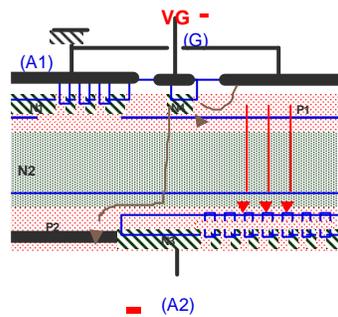
Le déclenchement se fait exactement comme pour un thyristor:
Le courant positif de gâchette polarise en direct la jonction **P1N1** ce qui amorce le thyristor **P2N2P1N1**

DECLENCHEMENT Q2 (+ -)



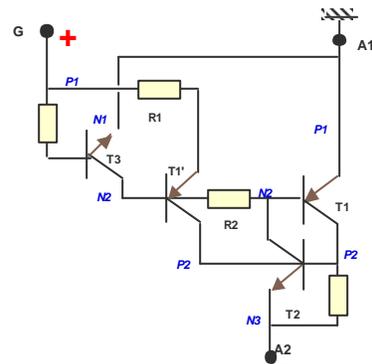
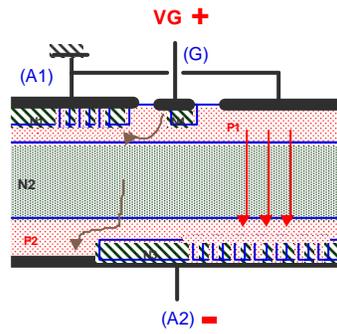
Le courant de gâchette circule de P1 vers N4 ce qui déclenche le thyristor **P2N2P1N4**.
 Le courant de ce thyristor polarise positivement la zone P1 ce qui a pour effet l'amorçage du thyristor principal (**Th1**) **P2N2P1N1**.
 Le courant passe essentiellement dans cette partie de la structure et le "petit" thyristor P2N2P1N4 s'ouvre (IH).

DECLENCHEMENT Q3 (- -)



Il s'agit d'amorcer le thyristor **P1N2P2N3** (**Th2**).
 Pour simplifier on peut admettre qu'il est déclenché par sa gâchette d'anode (Base N2) à travers le transistor **N2P1N4**

DECLENCHEMENT Q4 (- +)



L'amorçage de $P1N2P2N3(Th2)$ est un peu plus "acrobatique". Le courant de gâchette de TH2 est injecté via les transistors $N1P1N2(T3)$ et $P1N2P2(T1')$