

STRUKTUR, KARAKTERISTIK DAN APLIKASI THYRISTOR

Andi Hasad

andihasad@yahoo.com

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik, Universitas Islam "45" (UNISMA)

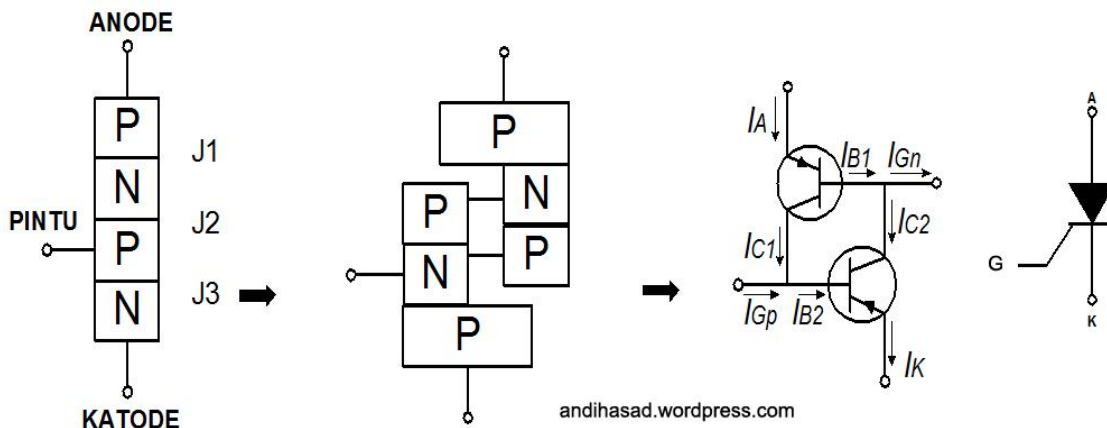
Jl. Cut Meutia No. 83 Bekasi 17113

Telp. +6221-88344436, Fax. +6221-8801192

Thyristor merupakan salah satu tipe devais semikonduktor daya yang paling penting dan telah banyak digunakan secara ekstensif pada rangkaian daya . Thyristor biasanya digunakan sebagai saklar/bistabil, beroperasi antara keadaan non konduksi ke konduksi. Pada banyak aplikasi, thyristor dapat diasumsikan sebagai saklar ideal akan tetapi dalam prakteknya thyristor memiliki batasan karakteristik tertentu. Beberapa komponen yang termasuk thyristor antara lain PUT (*Programmable Uni-junction Transistor*), UJT (*Uni-Junction Transistor*), GTO (*Gate Turn Off switch*), SCR (*Silicon Controlled Rectifier*), LASCR (*Light Activated Silicon Controlled Rectifier*).

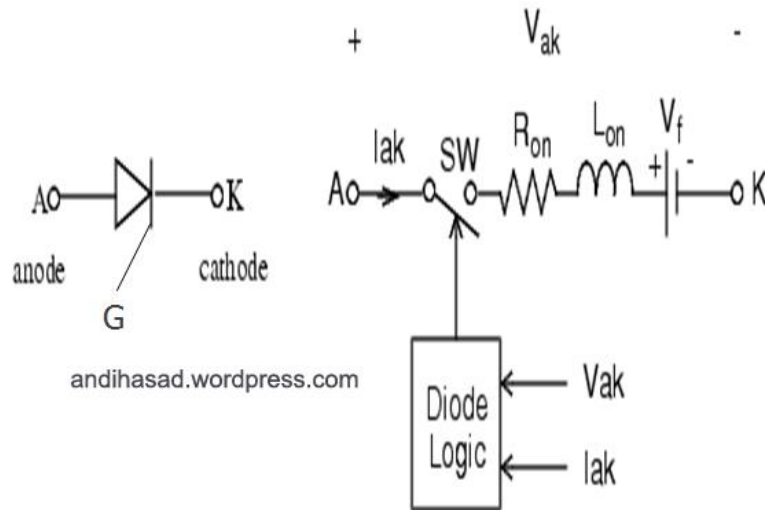
Struktur dan Simbol Thyristor

Thyristor adalah suatu bahan semikonduktor yang tersusun atas 4 lapisan (layer) yang berupa susunan P-N-P-N junction, sehingga thyristor ini disebut juga sebagai PNPN diode. Struktur Thyristor dan simbolnya dapat dilihat pada Gambar 1.

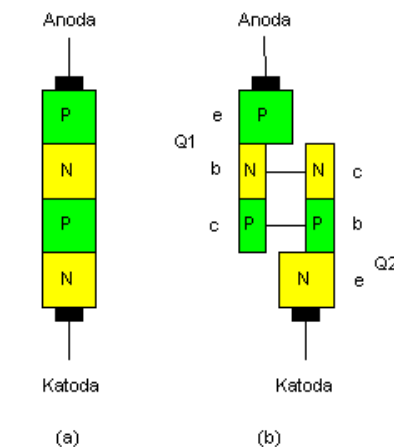


Gambar 1 Struktur thyristor dan simbolnya

Struktur dasar thyristor adalah struktur 4 layer **PNPN** seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sebuah thyristor dapat bekerja dan dapat disimulasikan terdiri dari sebuah resistor R_{on} , Sebuah induktor L_{on} , sebuah sumber tegangan DC V yang terhubung seri dengan Switch (SW). SW dikontrol oleh signal Logic yang yang bergantung pada tegangan V_{ak} , arus I_{ak} dan signal Gate (G). Simulasi ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Simulasi Operasi Thyristor



Gambar 3 Visualisasi Thyristor dengan 2 Transistor

Gambar 3 memperlihatkan bahwa kolektor transistor Q1 tersambung pada base transistor Q2 dan sebaliknya kolektor transistor Q2 tersambung pada base transistor Q1. Rangkaian transistor yang demikian menunjukkan adanya loop penguatan arus di bagian tengah. Dimana diketahui bahwa $I_c = \beta I_b$, yaitu arus kolektor adalah penguatan dari arus base. Jika misalnya ada arus sebesar I_b yang mengalir pada base transistor Q2, maka akan ada arus I_c yang mengalir pada kolektor Q2. Arus kolektor ini merupakan arus base I_b pada transistor Q1, sehingga akan muncul penguatan pada arus kolektor transistor Q1. Arus kolektor transistor Q1 tidak lain adalah arus base bagi transistor Q2. Demikian seterusnya sehingga makin lama sambungan PN dari thyristor ini di bagian tengah akan mengecil dan hilang. Tertinggal hanyalah lapisan P dan N dibagian luar.

Jika keadaan ini tercapai, maka struktur yang demikian tidak lain adalah struktur dioda PN (anoda-katoda) yang sudah dikenal. Pada saat yang demikian, disebut bahwa

thyristor dalam keadaan ON dan dapat mengalirkan arus dari anoda menuju katoda seperti layaknya sebuah dioda.

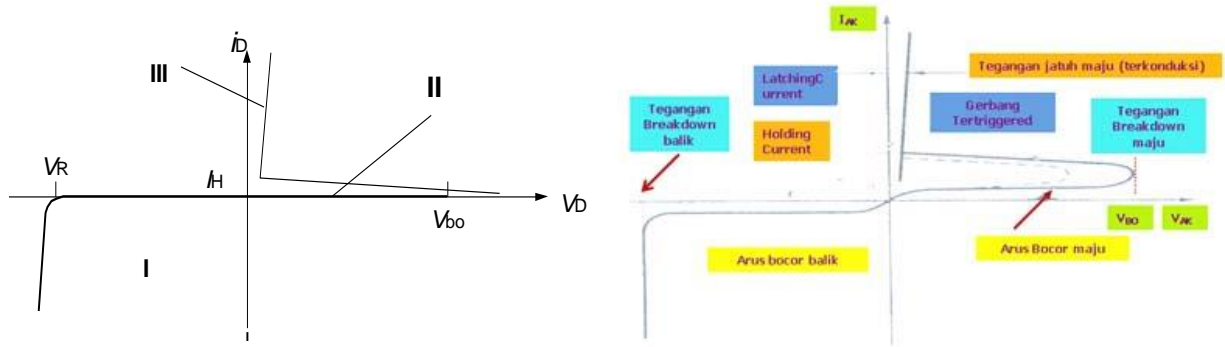
Karakteristik Thyristor

Pada Gambar 4 terlihat bahwa ketika tegangan anode dibuat lebih positif dibandingkan dengan tegangan katode, sambungan J_1 dan J_3 berada pada kondisi *forward bias*, dan sambungan J_2 berada pada kondisi reverse bias sehingga akan mengalir arus bocor yang kecil antara anode dan katode. Pada kondisi ini thyristor dikatakan *forward blocking* atau kondisi *off-state*, dan arus bocor dikenal sebagai arus *off-state* I_D . Jika tegangan anode ke katode V_{AK} ditingkatkan hingga suatu tegangan tertentu, sambungan J_2 akan bocor. Hal ini dikenal dengan *avalanche breakdown* dan tegangan V_{AK} tersebut dikenal sebagai *forward breakdown voltage*, V_{BO} . Dan karena J_1 dan J_3 sudah berada pada kondisi forward bias, maka akan terdapat lintasan pembawa muatan bebas melewati ketiga sambungan, yang akan menghasilkan arus anode yang besar. Thyristor pada kondisi tersebut berada pada kondisi konduksi atau keadaan hidup. Tegangan jatuh yang terjadi dikarenakan oleh tegangan ohmic antara empat layer dan biasanya cukup kecil yaitu sekitar 1 V. Pada keadaan on, arus dari suatu nilai yang disebut dengan *latching current* I_L , agar diperoleh cukup banyak aliran pembawa muatan bebas yang melewati sambungan-sambungan, jika tidak maka akan kembali ke kondisi blocking ketika tegangan anode ke katode berkurang. *Latching current* (I_L) adalah arus anode minimum yang diperlukan agar membuat thyristor tetap kondisi hidup, begitu thyristor dihidupkan dan sinyal gerbang dihilangkan. Ketika berada pada kondisi on, thyristor bertindak sebagai diode yang tidak terkontrol. Devais ini terus berada pada kondisi on karena tidak adanya lapisan deplesi pada sambungan J_2 karena pembawa – pembawa muatan yang bergerak bebas. Akan tetapi, jika arus maju anode berada dibawah suatu tingkatan yang disebut *holding current* I_H , daerah deplesi akan terbentuk disekitar J_2 karena adanya pengurangan banyak pembawa muatan bebas dan thyristor akan berada pada keadaan *blocking*. *Holding current* terjadi pada orde miliampere dan lebih kecil dari *latching current* I_L , $I_H > I_L$. *Holding current* I_H adalah arus anode minimum untuk mempertahankan thyristor pada kondisi on. Ketika tegangan katode lebih positif dibanding dengan anode, sambungan J_2 terforward bias, akan tetapi sambungan J_1 dan J_3 akan *ter-reverse bias*. Hal ini seperti diode – diode yang terhubung secara seri dengan tegangan balik bagi keduanya. Thyristor akan berada pada kondisi *reverse blocking* dan arus bocor reverse dikenal sebagai *reverse current* I_R . Thyristor akan dapat dihidupkan dengan meningkatkan tegangan maju V_{AK} diatas V_{BO} , tetapi kondisi ini bersifat merusak. dalam prakteknya, tegangan maju harus dipertahankan dibawah V_{BO} dan thyristor dihidupkan dengan memberikan tegangan positif antara gerbang katode. Begitu thyristor dihidupkan dengan sinyal penggerbangan itu dan arus anodenya lebih besar dari arus holding, thyristor akan berada pada kondisi tersambung secara positif balikan, bahkan bila sinyal penggerbangan dihilangkan. Thyristor dapat dikategorikan sebagai *latching devais*.

Thyristor dapat bertingkah seperti dua transistor dengan penurunan rumus sebagai berikut :

$$I_{B1} = I_{C2} + I_{Gn}$$

$$I_{B2} = I_{C1} + I_{Gp}$$



Gambar 4. Karakteristik Thyristor

Thyristor mempunyai 3 keadaan atau daerah, yaitu :

1. Keadaan pada saat tegangan balik (daerah I)
2. Keadaan pada saat tegangan maju (daerah II)
3. Keadaan pada saat thyristor konduksi (daerah III)

Pada daerah I, thyristor sama seperti diode, dimana pada keadaan ini tidak ada arus yang mengalir sampai dicapainya batas tegangan tembus (V_r). Pada daerah II terlihat bahwa arus tetap tidak akan mengalir sampai dicapainya batas tegangan penyalan (V_{bo}). Apabila tegangan mencapai tegangan penyalan, maka tiba – tiba tegangan akan jatuh menjadi kecil dan ada arus mengalir. Pada saat ini thyristor mulai konduksi dan ini adalah merupakan daerah III. Arus yang terjadi pada saat thyristor konduksi, dapat disebut sebagai arus genggam (I_H = Holding Current). Arus I_H ini cukup kecil yaitu dalam orde miliampere.

Untuk membuat thyristor kembali off, dapat dilakukan dengan menurunkan arus thyristor tersebut dibawah arus genggamnya (I_H) dan selanjutnya diberikan tegangan penyalan.

Aplikasi Thyristor

Secara umum, aplikasi thyristor adalah :

- Mengontrol kecepatan dan frekuensi
- Penyearahan
- Pengubahan daya
- Manipulasi robot
- Kontrol temperatur
- Kontrol cahaya

Referensi

Petruszella F.D., 2001, *Elektronik Industri*, Andi Yogyakarta

Rashid M.H., 1999, *Elektronika Daya*, PT. Prenhallindo, Jakarta

Rockis G., *Solid State Fundamentals for Electricians*, Energy Concepts Inc.



Andi Hasad menempuh pendidikan di program studi Teknik Elektro (S1) UNHAS, Makassar, kemudian melanjutkan di Ilmu Komputer (S2) IPB, Bogor. Penulis pernah menimba ilmu dan pengalaman di berbagai perusahaan / industri di Jakarta dan Bekasi. Saat ini menekuni profesi sebagai dosen tetap di Fakultas Teknik UNISMA Bekasi dan aktif dalam pengembangan ilmu di bidang *robotics*, *electronic instrumentation*, *intelligent control*, *knowledge management system*, *network* dan *cryptography*. Info lengkap penulis dapat diakses di <http://andihasad.wordpress.com/>