

PENGATUR TINGGI PERMUKAAN AIR DENGAN SENSOR THERMISTOR

¹Mhd Lukmansyah, ²Prismar, ³Fadhel Putra Winarta

¹Politeknik Raflesia, ²Politeknik Raflesia, ³Politeknik Raflesia

¹Lukmansyah@gmail.com, ²prismar@gmail.com, ³fadhelwinarta@gmail.com

ABSTRAK

Thermistor merupakan salah satu bahan semikonduktor yang terbuat dari campuran mangan, kobalt, dan oksida nikel. Thermistor sangat peka terhadap perubahan suhu, dengan adanya perubahan tersebut memberikan dampak terhadap nilai tahanan listriknya. Dengan kombinasi beberapa komponen elektronika dan listrik, maka dapat dirancang untuk beberapa keperluan. Salah satunya adalah untuk pengaturian tinggi permukaan air pada bak atau penampung air yang berada di kamar penampung air atau pada menara air. Fungsi thermistor pada alat ini adalah sebagai sensor, dengan memasang thermistor pada ketinggian tertentu di atas permukaan air. Setelah thermistor disentuh air, maka suhu yang diterima thermistor berubah, perubahan inilah yang menyebabkan rangkaian kontrol bekerja dan sekaligus mengatur kerja motor pompa. Rangkaian ini terbagi menjadi dua bagian yaitu rangkaian catu daya dan rangkaian kontrol. Rangkaian catu daya berfungsi sebagai penyuplai arus dan tegangan ke rangkaian kontrol sesuai dengan tegangan kerja rangkaian tersebut. Berdasarkan analisa data untuk rangkaian catu daya besarnya tegangan puncak (V_{peak}) sebesar 16,79 Volt, arus penyearahan (I_{dc}) adalah 0,009 mA dan ukuran tinggi riak gelombangnya (V_{rip}) hanya 0,0075 mV. Sedangkan besarnya tegangan setelah ditapis kapasitor $V_2(Peak)$ atau tegangan searah (V_{dc}) adalah 16,94 Volt. Karena catu daya menggunakan penstabil tegangan yaitu dioda zener 12 Volt, maka tegangan keluarannya mendekati 12 Volt. Pada rangkaian kontrol, diperoleh besarnya nilai arus basis (IB) sebesar 12,2 μA , besarnya arus kolektor (IC) adalah 20 μA , dan arus emiter (IE) sebesar 32,2 μA .

Kata kunci: *Thermistro, Transistor, Catu daya*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi semikonduktor telah menjadi instrumen penting dalam kehidupan sehari-hari. Peralatan elektronika bukan barang mewah yang tidak dapat kita temui hampir semua dalam kehidupan sehari-hari. Teknologi yang didukung oleh semikonduktor seperti segala peralatan elektronik yang digunakan pada industri-industri, telekomunikasi, transportasi, otomatisasi industri, pengaturan, pendidikan, bahkan kebutuhan pada beberapa aplikasi di rumah tangga.

Proses kerja mesin yang mempunyai kemampuan besar, bisa dikendalikan. Salah satu cara pengendalian ini adalah dengan melengkapinya dengan peralatan (plant) pengaturan (Katsuhiko Ogata). Pengaturan ini erat sekali hubungannya dengan penggunaan teknologi semikonduktor. Teknik elektronika daya yang digunakan untuk melayani pengaturan ini memiliki keunggulan.

Salah satu keunggulannya bahwa komponen, baik berupa tabung vakum, maupun bahan semikonduktor sangat peka bila dibandingkan dengan rangkaian mekanik. Seperti saklar elektronika dapat menjadi driver

untuk menghidupkan dan mematikan jutaan kali dalam satu detik, sedangkan saklar mekanik tidak mampu melakukan pekerjaan ini. Selain dari itu, rangkaian elektronika sangat peka terhadap gejala-gejala fisis, kimia, dan alam. Seperti terhadap perubahan temperatur, cahaya, bunyi, dan lain sebagainya.

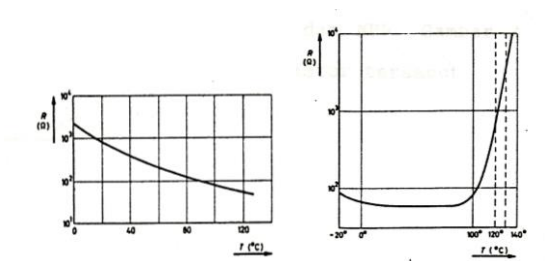
Dengan menggunakan bahan semikonduktor, rangkaian dapat mendeteksi dan diperkuat signal masukan yang lemah menjadi lebih besar. Dengan kata lain aplikasi rangkaian elektronika yang dapat digunakan dalam mempermudah pekerjaan sangat banyak. Dari beberapa penggunaan komponen elektronika yang peka terhadap adanya perubahan suhu, maka penulis mengambil tema yang berjudul "Thermistor Sensor Sebagai Driver Transistor 2N3055". Dalam hal ini penulis mencoba merancang bangun ulang sistem elektronika dan mekaniknya sehingga dapat mengaplikasikan thermistor sebagai sensor yang dapat memberikan signal kepada rangkaian penggerak, sehingga tinggi permukaan air dapat di atur secara otomatis

TINJAUAN PUSTAKA

Thermistor

Thermistor adalah komponen semikonduktor yang mempunyai koefisien suhu negative dan positif. Komponen yang mempunyai kecenderungan negative di sebut NTC (Negative Temperature Coefficient), dan yang mempunyai kecenderungan positif disebut PTC (Positive Temperature Coefficient). Thermistor sangat peka terhadap perubahan temperature disekelilingnya. Konstruksi thermistor disusun dari bahan campuran yang terdiri dari bahan mangaan, kobalt, dan oksida nikel dengan batas-batas perbandingan tertentu. Bentuk fisik komponen ini yang banyak dijumpai adalah berbentuk cincin dan bola. Sifat thermistor PTC dan NTC berkaitan dengan jenis temperatur atau nilai tahanannya.

Pada PTC semakin panas suhu yang diterimanya, maka nilai tahanannya semakin besar. Sedangkan pada NTC, semakin rendah suhu yang diterimanya maka nilai tahanannya akan menjadi semakin besar. Berdasarkan sifat-sifat ini, dapat dilukiskan bentuk grafiknya sebagaimana pada gambar di bawah ini.



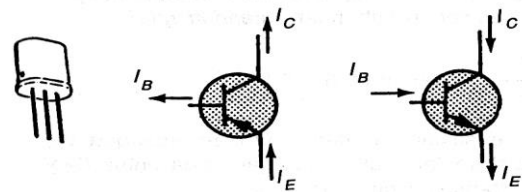
Gambar 1. Sifat Thermistor

Dari gambar di atas melukiskan sifat dari thermistor jenis NTC dan PTC, hal ini jelas bahwa terjadi perubahan terhadap tahanan. Dalam grafik ini terlihat thermistor sangat peka, perubahan tahanan sebesar 5 % setiap $^{\circ}\text{C}$ (Frank D Petruzella ; 2001 : 182), karena itu mampu mendeteksi perubahan kecil di dalam suhu. Secara umum dikatakan bahwa thermistor dengan tahanan tinggi ($100 - 500 \text{ K}\Omega$ pada temperatur 25°C) digunakan temperatur tinggi (150°C sampai 300°C). Thermistor dengan nilai tahanan ($2 \text{ K}\Omega$ sampai $75 \text{ K}\Omega$ pada 25°C) digunakan untuk temperatur menengah (50°C sampai 150°C). Kemudian nilai tahanan rendah (100Ω sampai

$10 \text{ K}\Omega$ pada 25°C) digunakan untuk temperatur rendah (-75°C sampai 50°C).

Transistor

Transistor pada rangkaian elektronika digunakan untuk sinyal-sinyal kecil, sebagian digunakan sebagai penguat akhir dan ada pula digunakan sebagai saklar pada fungsi-fungsi rangkaian kontrol. Transistor terbagi atas dua tipe yaitu PNP dan NPN. Gambar di bawah ini merupakan konstruksi dan simbol kedua tipe



Gambar 2. Konstruksi Transistor

Tipe PNP disusun berdasarkan dua buah bahan semikonduktor tipe P dihubungkan dengan bahan semikonduktor tipe N yang berada diantara keduanya. Begitu pula dengan tipe NPN, dua buah bahan semikonduktor tipe N dihubungkan dengan semikonduktor tipe P yang berada diantara keduanya. Pada masing-masing kaki transistor terdapat kaki-kaki emiter (E), collector (C), dan basis (B).

Nama transistor diambil dari kata transfer dan resistor. Bahan semikonduktor ini berasal dari bahan atom germanium, Indium dan Arsenikum atau Silikon. Atom-atom ini sendiri termasuk bahan yang tidak mengalirkan arus listrik, jadi termasuk jenis bahan isolator atau resistor. Setelah mengalami proses peleburan, maka terbentuklah hasil campuran yang dinamai P-N junction. Bahan campuran ini mempunyai sifat setengah menghantarkan arus listrik atau semikonduktor. Itulah sebabnya hasil campuran ini sering dinamai semikonduktor. Jadi semikonduktor atau transistor ini hasil pencampuran lagi dari jenis P-N junction dan N-P junction

Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor arus bolak-balok (ac) yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi akibat adanya perbedaan relatif antara putaran

rotor dengan medan putar (rotating magnetic field) yang dihasilkan oleh arus stator.

Belitan stator yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron ($n_s = 120F/2p$) (Zuhaili; 2000 : 101). Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus, dan sesuai dengan Hukum Lentz, rotor pun akan turut berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan putaran relatif antara stator dan rotor disebut slip. Bertambahnya beban, akan memperbesar kopel motor, yang oleh karenanya akan memperbesar arus induksi pada rotor, sehingga slip antara medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar.

Jadi, bila beban motor bertambah, putaran cenderung menurun. Dikenal dua tipe motor induksi (gambar 2.23) yaitu motor induksi rotor lilit dan motor induksi rotor sangkar.

METODE PENELITIAN

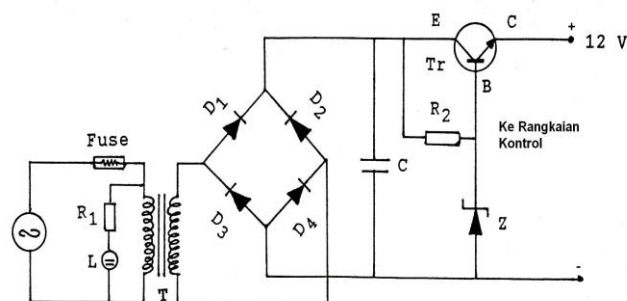
Komponen Pendukung

Dalam merancang bangun peralatan ini, diperlukan beberapa persiapan awal yang meliputi merancang gambar dan tata letak komponen, mencari komponen-komponen elektronika yang diperlukan, dan mempelajari dengan seksama karakteristik masing-masing komponen dan bahan penunjang lainnya yang diperlukan. Setelah melakukan kajian terhadap dimensi masing-masing komponen, selanjutnya diperlukan rancang bangun komponen pendukung beserta asesoris penyerta alat. Asesoris ini bisa berupa kotak pelindung dan sebagainya. Namun pada dasarnya, komponen-komponen utama dalam menyelesaikan pekerjaan ini meliputi ; alat dan bahan, gambar rangkaian, mengkaji lebih dalam prinsip kerja rangkaian, dan membuat skema rencana pengoperasian alat di rumah tangga. Dari sini jelaslah bahwa alat ini akan digunakan di rumah tangga sebagai salah satu metode penghematan listrik dan penggunaan air secara kontinu dan terus menerus. Peralatan ini perlu diuji cobakan di rumah tangga untuk melihat efektifitas dan efisiensi kerja alat sebelum benar-benar diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Untuk itu keamanan dan kenyamanan alat ini disesuaikan dengan kondisi dan situasi pemakaiannya.

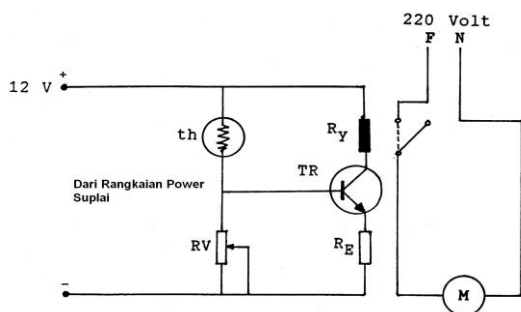
Alat dan Bahan

No	Nama Alat / Bahan	Spesifikasi	Fungsi	Ket
A. Alat				
1	Solder	60 W	alat pemanas untuk pematrian komponen	
2	Mesin bor	-	alat pelubang listrik	
3	mesin pelipat	-	alat untuk melipat logam	
4	tang potong	-	untuk memotong kawat/kabel	
5	tang lancip	-	untuk membuat sambungan	
6	bor mini	-	untuk melubang PCB	
B. Bahan				
7	Papan PCB	-	menempatkan komponen	
8	Pelarat	FeCL3	melarutkan logam PCB	
9	Plat	aluminium	membuat boks atau kotak	
10	rugos dan spidol	-	melukis huruf dan angka	
11	cat semprot	PILOX	mewarnai kotak	
12	Timah solder	-	logam patri	
13	sekrup	-	-	
14	thinner	-	-	
15	mur	-	-	
16	kabel montase	-	-	
C. Komponen Power Suplai				
17	saklar	5/250	kontak penghubung utama	
18	fuse	500 mA	pengaman lebur	
19	R1	100 K	tahanan Lampu indikator	
20	L	-	lampu indikator	
21	R2	180 K	pengaman E-B	
22	Dioda	IN 4002	Penyearah Jembatan	
23	Kapasitor (C)	100uF/16V	filter penyearah	
24	Dioda	Z 12 V	dioda penstabil 12 V	
25	Transistor (TR)	2N 3055	Regulator penyearahan	
26	Trafo	12V/500mA	step down 220 V/12 V	
D. Komponen Rangkaian Kontrol				
27	Thermistor	GB 31P22	Sensor panas	
28	Rth	10 K	tahanan thermistor	
29	Relay	12 V/10K	kontak penghubung utama	
30	trimpot	50 K	pengatur sensitifitas sensor	
31	RE	20 K	pembatas arus emitor	
32	Transistor (TR)	BC 108	saklar semikonduktor	

Gambar Rangkaian dan Prinsip Kerja



Gambar 3. Rangkaian Power Suplai



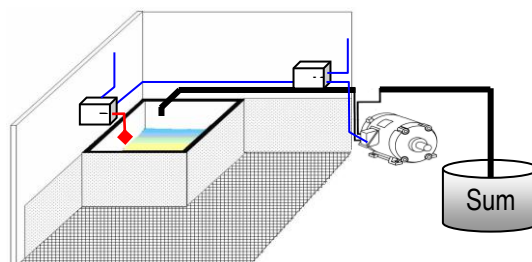
Gambar 4. Rangkaian Kontrol

Arus dan tegangan yang masuk pada transformator adalah bolak-balik, pada transformator tegangan diturunkan menjadi 12 Volt. Arus dan tegangan ini disearahkan oleh rangkaian penyearah gelombang penuh yang menggunakan filter dan regulator tegangan, sehingga tegangannya menjadi stabil 12 Volt DC. Tegangan ini dihubungkan ke rangkaian kontrol. Saat thermistor dalam kondisi normal atau belum ada pengaruh suhu, arus tetap mengalir pada kumparan relay, sehingga relay bekerja dengan menutup kontak-kontak NO. Pada kontak-kontak NO, dihubungkan arus listrik jala-jala PLN ke motor listrik, sehingga motor listrik bekerja memutar pompa air yang menyebabkan air mengalir dari sumur ke bak. Setelah air bak naik dan menyentuh thermistor, menyebabkan terjadinya perubahan suhu pada thermistor, maka nilai tahanan listriknya menjadi besar. Dengan membesarnya nilai tahanan pada thermistor, arus yang mengalir pada transistor mengecil dan akhirnya transistor tidak lagi bekerja, selanjutnya relay membuka kontak-kontak NO yang terhubung pada motor listrik dan akhirnya motor listrik berhenti bekerja.

Skema Pengoperasian Alat

Cara pengoperasian alat ini akan digambarkan pada skema aplikasi pengoperasian alat pada gambar 5. Thermistor pada alat ini berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi tinggi permukaan air, sehingga dipasang di atas permukaan air dengan ketinggian yang paling ideal. Dalam kondisi normal, motor listrik bekerja dan memompa air dari sumber air (dalam hal ini dicontohkan sumur), setelah permukaan air menyentuh detektor

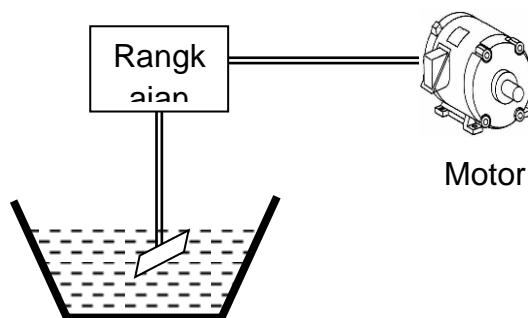
(thermistor), maka motor listrik akan berhenti memompa air.



Air pada bak penampung tidak lagi menyentuh detektor, berarti motor kembali bekerja seperti semula. Kejadian operasi alat ini berulang-ulang bergantian secara otomatis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selain untuk menentukan suhu atau temperatur, thermistor juga bisa digunakan untuk pengontrol tingginya permukaan air dalam sebuah bak. Jika kita perhatikan sifat dari thermistor jenis NTC (Negative Temperature Coefficient) jika suhu pada thermistor naik (panas), maka nilai tahanan listriknya akan kecil, sebaliknya jika suhunya rendah, maka tahanan listriknya menjadi besar. Sedangkan jenis PTC (Positive Temperature Coefficient) jika suhu pada thermistor naik (panas), maka nilai tahanan listriknya menjadi besar dan jika suhunya rendah, maka nilai tahanan listriknya menjadi besar dan jika suhunya rendah, maka nilai tahanan listriknya juga menjadi rendah atau kecil. Dari sifat thermistor inilah dapat dikembangkan untuk berbagai pengaturan atau pengontrolan. Salah satu contohnya adalah untuk mengontrol tinggi permukaan air dalam bak. Gambar 6 menggambarkan blok diagram yang digunakan.



Gambar 6 Blok Diagram Pengontrol

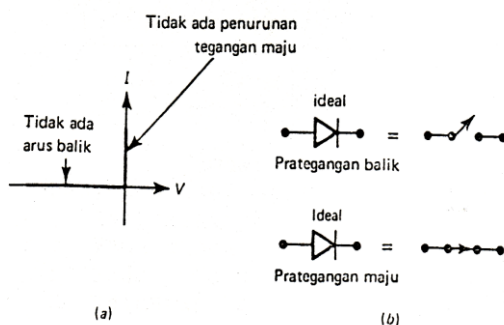
Dalam rancangan blok diagram diatas, kita menggunakan thermistor jenis koefisien suhu negatif (NTC), maka pada saat thermistor terkena air, maka tahanan listriknya akan membesar, karena air mempunyai suhu yang rendah

Analisa Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya, secara umumnya merupakan rangkaian dioda-dioda yang dihubungkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan rangkaian penyearah dari gelombang sinusoida menjadi gelombang searah. Untuk menganalisa rangkaian catu daya secara keseluruhan perlu dianalisa rangkaian dasarnya terlebih dahulu

1. Dioda Ideal

Dioda ideal bukan merupakan piranti buatan pabrik, melainkan sebagai suatu model dalam mempermudah cara penentuan arus dan tegangan dioda. Dalam model ini tidak terdapat penurunan tegangan, arus bolak balik maupun tegangan dadal (lihat gambar 7).

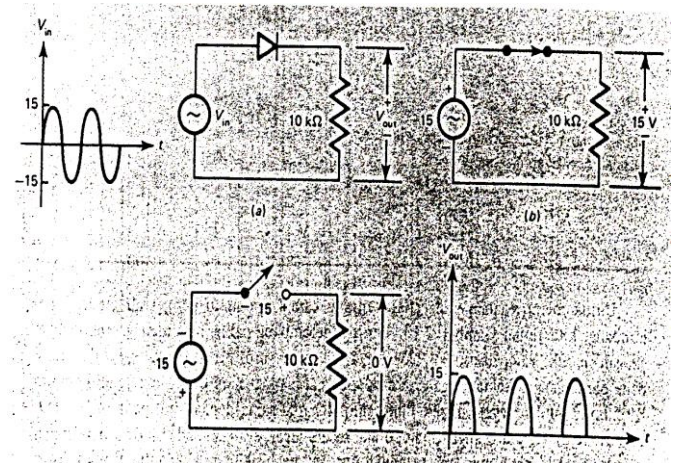


Gambar 7. Dioda ideal : a. Grafiknya ;
b. Rangkaian ekuivalen

Dalam pendekatannya dioda ideal akan berfungsi sebagai saklar (switch) terlihat pada gambar 4.2b. Saklar akan tertutup bila dioda diberi tegangan maju dan terbuka bila diberi prategangan balik.

2. Penyearah Setengah Gelombang

Kebanyakan alat elektronik memerlukan tegangan DC, maka tegangan AC dari saluran luar harus disearahkan terlebih dahulu menjadi tegangan DC. Alat pokok dalam suatu catu daya adalah dioda penyearah yang memperbolehkan arus mengalir dalam satu arah saja. Gambar 4.3, diperlihatkan penyearah setengah gelombang.



Gambar 8 Penyearah setengah gelombang

- Rangkaiannya
- Pada puncak maju
- Pada puncak balik
- Keluaran Tersearah

Pada rangkaian diberi tegangan masuk AC (gelombang sinus) dengan puncak positif 15 Volt dan puncak negatif -15 Volt. Selama setengah siklus positif, dioda mendapat prategangan maju dan saklar dioda tertutup dalam rangkaian ini (lihat gambar 4.3a dan b), maka keluarannya mempunyai puncak positif 15 volt. Hal ini berlaku

$$V_{out} = V_{in} = 15 \text{ Volt.}$$

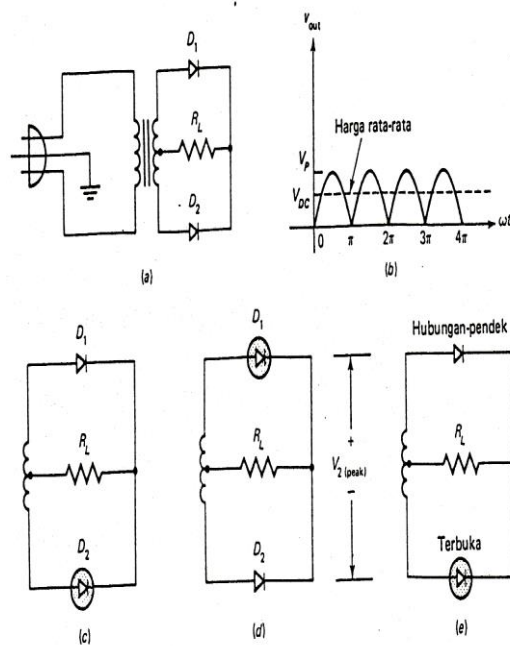
Selama setengah siklus negatif dari tegangan masuk, dioda mendapat prategangan balik, lihat gambar 4.3c). Karena saklar dalam keadaan terbuka pada rangkaian ini, dengan demikian tidak ada arus yang mengalir melalui penghambat R_L dan atas dasar hukum ohm kita dapatkan

$$\begin{aligned} V_{out} &= I \cdot R_L \\ &= 0 \text{ (} 10 \text{ K}\Omega \text{)} \\ &= 0 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Oleh karena itu tegangan sumber tidak dapat menjangkau terminal keluaran, sehingga tegangan dari setengah siklus ini terhalang. Karena itulah tegangan keluaran itu berbentuk sinyal setengah gelombang.

3. Penyearah Gelombang Penuh

Gambar Rangkaian 8 merupakan penyearah gelombang penuh yang menggunakan penadapt tengah (center tap), yang dihubungkan dengan salah satu ujung dari hambatan beban. Ujung lain dari hambatan beban itu dihubungkan dengan dioda-dioda.



Gambar 8. Penyearah gelombang penuh

- Rangkaianannya
- Keluarannya
- Dioda atas yang menghantar
- Dioda bawah yang menghantar
- Tegangan sekunder puncak yang muncul pada dioda terbuka

Pada gambar 8 Selama setengah siklus positif dari tegangan sekunder, dioda (D_1) mendapat prategangan maju, sebaliknya dioda (D_2) mendapat prategangan mundur, sehingga arus mengalir melalui hambatan beban (R_L) dan dioda atas (D_1). Selama setengah siklus negatif pada gambar 4.4d, arus akan mengalir melalui hambatan beban (R_L) dioda bawah (D_2), karena dioda (D_2) mendapat prategangan maju dan dioda (D_1) mendapat prategangan mundur. Sebagai hasilnya, tegangan beban berbentuk sinyal gelombang penuh (lihat gambar 4.4b). Jika kita abaikan penurunan tegangan dioda yang kecil itu, sinyal gelombang penuh berbentuk gelombang sinus masukan dengan bagian setengah siklus negatif yang terbalik.

Harga rata-rata dari sinyal-sinyal gelombang penuh sama dengan dua kali harga rata-rata sinyal setengah gelombang penuh, dan diberikan oleh

$$V_{dc} = 0,636 V_{out}(\text{peak})$$

Jika penurunan tegangan dioda kita abaikan, maka $V_{out}(\text{peak})$ sama dengan tegangan puncak yang terdapat pada setengah kumparan kedua.

$$V_{out(\text{peak})} = \frac{V_2(\text{peak})}{2}$$

Sedangkan besarnya harga tegangan sekunder puncak $V_2(\text{peak})$ atau V_p ditentukan oleh

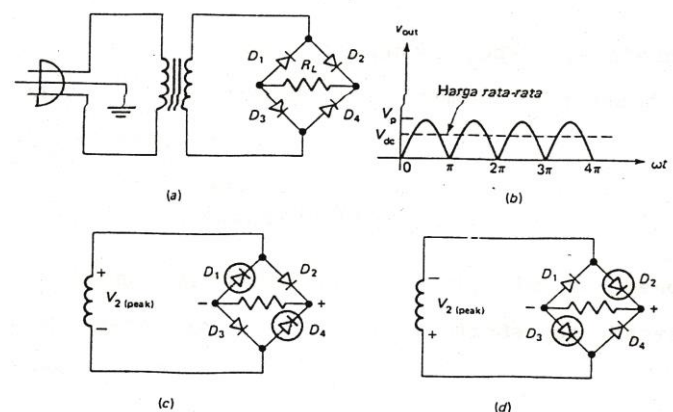
$$V_2(\text{peak}) = \frac{V_{rms}}{0,707}$$

V_{rms} merupakan tegangan efektif pada rangkaian. Pada gambar 4.4b, diperlihatkan dua siklus tegangan keluaran yang diperoleh dari setiap siklus tegangan masukan, oleh sebab itu frekuensi keluaran dari penyearah gelombang penuh sama dengan kelipatan ganda dari Frekuensi masukan.

$$F_{out} = 2f_{in}$$

4. Penyearah Jembatan

Gambar 9, adalah rangkaian dari suatu penyearah jembatan (*bridge rectifier*), yang merupakan rangkaian penyearah paling luas penggunaannya.



Gambar 9 Penyearah jembatan

- Rangkaianannya
- B. Keluarannya
- Keadaan selama setengah siklus positif
- Keadaan selamasetengah siklus negatif

Seperti terlihat pada gambar 9, selama setengah siklus positif dari tegangan sekunder, dioda-dioda D_2 dan D_3 mendapat pra tegangan maju, sedangkan dioda-dioda D_1 dan D_4 mendapat pra tegangan balik, sehingga arus mengalir dari D_2 melalui hambatan beban dan keluar melalui D_3 . Selama setengah siklus negatif, dioda-dioda D_1 dan D_4 yang menghantar sebaliknya D_2 dan D_3 tak bekerja, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 23 d, arus mengalir dari D_4 melalui hambatan beban

dan keluar melalui D_1 . Sebagai hasilnya tegangan beban seperti yang terlihat pada gambar 9.

Tegangan beban dc yang bersangkutan ditentukan oleh rumus

$$V_{dc} = 0,63 V_{out(peak)}$$

Jika penurunan tegangan dioda diabaikan, maka tegangan keluar puncak dalam gambar 4.5c dan d menjadi tegangan sekunder.

$$V_{out(peak)} = V_{2(peak)}$$

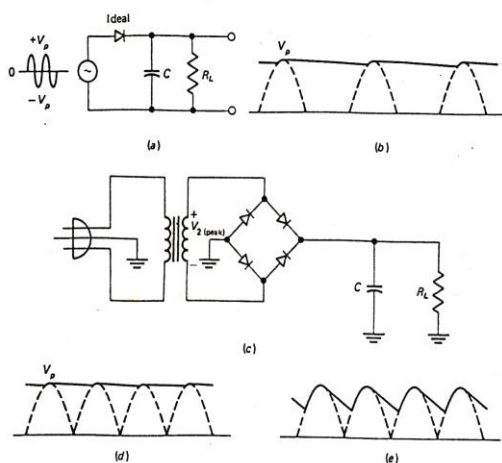
Karena masing-masing dioda hanya menghantar selama setengah siklus, arus dioda dc hanya sama dengan arus beban dc :

$$I_{dioda} = \frac{I_{dc}}{2}$$

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R_L}$$

5. Penapis Masukkan Kapasitor

Keluaran dari penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh, merupakan tegangan dc yang berubah-ubah (berdenyut). Sebelum siap dipakai untuk memberi catu daya kepada rangkaian elektronik, tegangan-tegangan yang berubah-ubah itu harus ditapis atau diperhalus agar keluarannya merupakan tegangan yang hampir tetap. Cara yang paling banyak untuk tujuan itu adalah menggunakan penapis masukan kapasitor.



Gambar 10 Penapis masukan kapasitor

- Rangkaian setengah gelombang
- Keluaran penyearah setengah gelombang
- Rangkaian jembatan
- Keluaran penyearah jembatan
- Riak besar pada keluaran

Pada gambar 10a, diperlihatkan suatu penapis masukan kapasitor. Bila dioda

menghantar arus, maka kapasitor akan diisi oleh sumbernya. Mengingat bahwa dioda mempunyai hambatan yang rendah, proses pengisian tersebut mengambil waktu yang amat singkat. Dipihak lain, bila dioda terputus (terhenti), kapasitor akan melepaskan muatannya melalui hambatan beban. Dengan desain khusus, waktu pengosongan kapasitor dapat dibuat sangat panjang, sehingga tegangan pada kapasitor merupakan tegangan dc yang hampir tetap harganya seperti terlihat pada gambar 10b (kurva garis penuh). Tanpa kapasitor, rangkaian gambar 10a, menjadi setengah gelombang dengan keluaran berupa tegangan setengah gelombang (seperti ditunjukkan oleh garis putus-putus).

Gambar 10c, menunjukkan suatu rangkaian penyearah jembatan yang dilengkapi penapis masukan kapasitor. Rangkaian ini memberikan hasil deteksi puncak yang lebih baik, karena kapasitor diisi dengan frekuensi yang berlipat ganda (lihat gambar 4.6d), sebagai hasilnya, riak tegangan keluar berkurang dan keluarannya makin mendekati tegangan dc yang sama dengan puncak tegangan masuk.

Dalam gambar 10e, riak puncak ke puncak terlihat kecil karena pengosongan kapasitornya sangat lambat. Hal ini terjadi berkat tetapan waktu pengosongan yang panjang. Ini berarti bahwa salah satu dari kapasitans penapis dan hambatan beban, atau kedua-duanya berharga besar, sehingga hasil kali R_L dan C menjadi jauh lebih besar dari periode tegangan masukan.

Untuk memperkirakan ukuran riak keluaran dari penapis masukan kapasitor yang dipakai, diberikan penurunan rumus riak.

$$V_{rip} = \frac{I_{dc}}{fC}$$

Dimana V_{rip} = riak puncak ke puncak

I_{dc} = arus beban dc

F = frekuensi riak

C = kapasitans penapis

Jika riak dapat diabaikan, maka tegangan keluar dc dari penapis masukan kapasitor sama dengan tegangan masuk puncak.

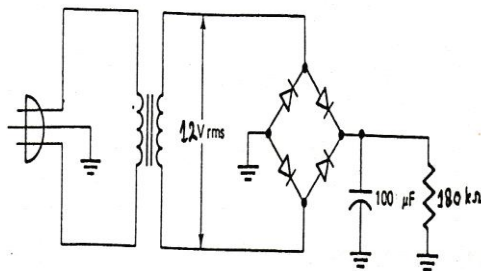
$$V_{dc} = V_{2(peak)}$$

Jika riak puncak ke puncak diperhitungkan, maka harga lebih teliti untuk V_{dc} dapat ditentukan dengan rumus

$$V_{dc} = V_{2(Peak)} - \frac{V_{rip}}{2}$$

6. Analisa Rancangan Rangkaian catu daya

Rancangan catu daya yang digunakan pada alat terlihat pada gambar 4.7.



Gambar 11. Rancangan catu daya pada alat

Pada rancangan catu daya diberikan besarnya kapasitans penapis kapasitor adalah $100\mu F$, tahanan beban $R_L = 180 K\Omega$ dan tegangan sekunder mempunyai harga rms = 12 Volt. Besarnya harga puncak dari tegangan tersebut adalah :

$$\begin{aligned} V_{2(Peak)} &= \frac{V_{rms}}{0.707} \\ &= \frac{12}{0.707} = 16,97 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Jadi diperkirakan tegangan beban 16,97 Volt. Untuk memperbaiki harga ini, kita perlu memperhitungkan pula riak puncak ke puncak, namun terlebih dahulu dicari nilai arus beban dc.

$$\begin{aligned} I_{dc} &= \frac{V_{dc}}{R_L} \\ &= \frac{16,97}{180,10^3} = 0,009 \text{ mA} \end{aligned}$$

Frekuensi saluran luar diambil 60 Hz, maka frekuensi keluaran dari penyearah gelombang penuh

$$\begin{aligned} f_{out} &= 2f_{in} \\ &= 2 (60 \text{ Hz}) = 120 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh di atas, maka besarnya ukuran riak adalah :

$$V_{rip} = \frac{I_{dc}}{FC}$$

$$= \frac{0,009 \text{ mA}}{(120 \text{ Hz})(100 \mu F)} = 0,0075 \text{ mV}$$

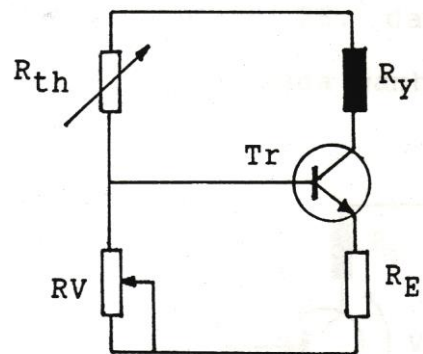
Dengan ini harga perkiraan pertama tadi dapat diperbaiki menjadi

$$\begin{aligned} V_{dc} &= V_{2(Peak)} - \frac{V_{rip}}{2} \\ &= 16,97 - \frac{0,075 \text{ mV}}{2} \\ &= 16,94 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Oleh karena pada rangkaian menggunakan regulator tegangan yaitu dioda zener 12 Volt dan umumnya tegangan dadal 2 sampai 200 Volt, maka keluarannya masih dapat dipertahankan menjadi 12 Volt dc.

A. Analisa Rangkaian Kontrol

Analisa rangkaian penguat yang digunakan seperti gambar 4.8 di bawah ini



Gambar 12. Rangkaian Penguat satu tingkat

Berdasarkan rangkaian di atas, di saat thermistor (NTC) tidak terkena air, maka tahananannya dikatakan sebesar tahanan thermistor (R_{th}). Tahanan potensiometer VR_1 dapat diatur dari nilai tahanan terkecil sampai terbesar atau dari minimum ke maksimum. Bila tahanan potensiometer kita atur sampai melebihi tahanan thermistor, maka tegangan yang terdapat pada TR_1 adalah sebesar ,

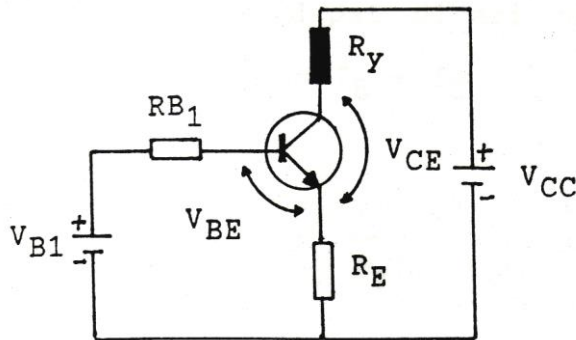
$$V_{B1} = \frac{VR_1}{VR_1 + R_{th}} \times V_{cc}$$

Untuk mengetahui besarnya kuat arus yang mengalir pada base TR_1 , dicari terlebih dahulu besar tahanan yang terdapat pada base atau disebut dengan RB_1 .

$$RB_1 = VR_1 // R_{th} \text{ atau}$$

$$R_{B1} = \frac{V_{R1} \times R_{th}}{V_{R1} + R_{th}}$$

Dari rangkaian gambar 11, dapat dibuat rangkaian persamaan seperti terlihat pada gambar 12 di bawah ini.



Gambar 12. Rangkaian Persamaan Penguat satu tingkat

Dimana

- V_{B1} = Tegangan yang terdapat pada base
- R_{B1} = Tahanan dalam pada rangkaian
- R_y = Tahanan Relay
- R_E = Tahanan pada emiter
- V_{CE} = Tegangan pada kolektor dan emiter
- V_{BE} = Tegangan pada base dan emiter
- V_{CC} = Tegangan sumber daya

Dari rangkaian gambar 12, dapat dicari besar kuat arus kolektor (I_C), besar kuat arus pada base (I_B) dengan menggunakan hukum Kirchhoff I.

Yaitu Loop I : $I_B \cdot R_B + V_{BE} + I_E \cdot R_E - V_{B1} = 0$

Loop II : $I_C \cdot R_y + V_{CE} + I_E \cdot R_E - V_{CC} = 0$

Atau
Loop I : $I_B \cdot R_B + V_{BE} + (I_C + I_B) \cdot R_E - V_{B1} = 0$

Loop II : $I_C \cdot R_y + V_{CE} + (I_C + I_B) \cdot R_E - V_{CC} = 0$

Atau
Loop I : $I_B \cdot (R_{B1} + R_E) + I_C \cdot R_E = V_{B1} - V_{BE}$

Loop II : $I_C \cdot (R_y + R_E) + I_B \cdot R_E = V_{CC} - V_{CE}$

Dari persamaan di atas dapat di cari besarnya kuat arus I_B , I_C , dan I_E . Dimana $I_E = I_B + I_C$.

$$I_C = \frac{(V_{CC} - V_{CE}) \cdot (R_E + R_{B1}) - (V_{B1} - V_{BE}) \cdot R_E}{(R_E + R_y) \cdot (R_{B1} + R_E) - R_E^2}$$

dan

$$I_B = \frac{(V_B - V_{BE}) \cdot (R_E + R_y) - (V_{CC} - V_{CE}) \cdot R_E}{(R_{B1} + R_E) \cdot (R_y + R_E) - R_E^2}$$

dimana

I_E = Arus yang mengalir pada emiter

I_C = Arus yang mengalir pada kolektor

I_B = Arus yang mengalir pada base

B. Analisa Rancangan Rangkaian Kontrol

Berdasarkan gambar 4.8 di atas, diberikan harga-harga sebagai berikut $R_{th} = 10 \text{ K}\Omega$, $V_{R1} = 50 \text{ K}\Omega$, $R_E = 20 \text{ K}\Omega$, dan harga $R_y = 10 \text{ K}\Omega$, sedangkan $V_{CC} = 12 \text{ Volt}$, maka besarnya tegangan basis adalah :

$$V_{B1} = \frac{V_{R1}}{V_{R1} + R_{th}} \times V_{CC}$$

$$= \frac{50 \text{ K}\Omega}{50 \text{ K}\Omega + 10 \text{ K}\Omega} \times 12 \text{ V}$$

$$= 10 \text{ Volt}$$

Sedangkan besarnya tahanan basis dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$R_{B1} = \frac{V_{R1} \times R_{th}}{V_{R1} + R_{th}}$$

$$= \frac{50 \text{ k}\Omega \times 10 \text{ K}\Omega}{50 \text{ K}\Omega + 10 \text{ K}\Omega}$$

$$= 8333,33 \Omega$$

Misalkan transistor yang digunakan adalah jenis silikon, maka besarnya $V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$ dan V_{CE} diberikan 3 Volt, dan nilai masing-masing tahanan diketahui berdasarkan komponen yang dipakai pada rangkaian sehingga besarnya masing-masing arus cabang adalah :

$$I_C = \frac{(V_{CC} - V_{CE}) \cdot (R_E + R_{B1}) - (V_{B1} - V_{BE}) \cdot R_E}{(R_E + R_y) \cdot (R_{B1} + R_E) - R_E^2}$$

$$= \frac{(12 - 3) \cdot (20 \text{ K}\Omega + 8333,33 \Omega) - (10 - 0,7) \cdot 20 \text{ K}\Omega}{(20 \text{ K}\Omega + 10 \text{ K}\Omega) \cdot (8333,33 \Omega + 20 \text{ K}\Omega) - (20 \text{ K}\Omega)^2}$$

$$= 20 \mu\text{A}$$

Selanjutnya besarnya arus basis

$$I_B = \frac{(V_B - V_{BE}) \cdot (R_E + R_Y) - (V_{CC} - V_{CE}) \cdot R_E}{(R_{B1} + R_E) \cdot (R_Y + R_E) - R_E^2}$$

$$= \frac{(10 - 0,7) \cdot (20K\Omega + 10K\Omega) - (12 - 3) \cdot 20K\Omega}{(8333,33\Omega + 20K\Omega) \cdot (10K\Omega + 20K\Omega) - (20K\Omega)^2}$$

$$= 12,2 \mu A$$

Sedangkan besarnya arus emiter adalah :

$$I_E = I_B + I_C$$

$$= 12,2 \mu A + 20 \mu A$$

$$= 32,2 \mu A$$

B. KESIMPULAN

Perkembangan teknologi terutama dalam rekayasa perangkat elektronika dan kelistrikan semakin dirasa manfaatnya bagi kehidupan manusia sehari-hari. Teknologi mampu membawa perubahan yang sangat mendasar akan kebutuhan manusia dalam memenuhi hasrat dan keinginannya. Teknologi juga mampu merubah pola hidup dan kehidupan manusia, bahkan teknologi mampu memberikan pengaruh yang amat besar bagi peradaban manusia.

Teknologi rekayasa elektronika, baik elektronika murni maupun elektronika daya, bermuara pada sumber yang sama yaitu teknologi semikonduktor. Komponen-komponen semikonduktor digunakan sebagai pengendali yang berbasis gejala-gejala fisis, kimia, dan perubahan alam.

Thermistor sebagai salah satu sensor yang dapat merasakan adanya perubahan panas (alam), dengan kombinasi beberapa komponen-komponen lainnya, maka dapat diperoleh manfaat yang sangat besar bagi kehidupan. Alat yang diciptakan dari thermistor sebagai sensor, dapat dipakai untuk mengendalikan ketinggian permukaan air di bak mandi, sehingga tingkat kontinuitas dan kapasitas air akan terus terjaga.

Dari rancangan ini diperoleh keuntungan dalam efektifitas dan efisiensi pekerjaan karena alat bekerja secara otomatis. Dalam pengoperasiannya tidak terlalu sulit, karena alat ini dirancang sesuai dengan sifat dan karakteristik pengguna (user). Untuk produksi, alat ini dapat dibuat dalam jumlah yang lebih banyak, namun harga produksi tidak terlalu mahal..

DAFTAR PUSTAKA

- Amril .(1986). "Dasar Sistem Pengaturan". Modul. FPTK IKIP Padang, Padang
- D. Petruzella, Frank. (2001). Elektronika Industri. Yogyakarta : Andi Offset
- Malvino, Albert Paul. (1982). Electronic Principles. New Delhi : Tata McGraw – Hill Publishing
- Nur, Muhamad, BJ Wibisono. (1979). Ilmu Elektronika Jilid 2. Jakarta : Depdikbud
- Nur, Muhamad, BJ Wibisono. (1979). Ilmu Elektronika Jilid 3. Jakarta : Depdikbud
- Ogata, Katsuhiko. (1995). Teknik Kontrol Otomatik Jilid I. Jakarta : Erlangga
- Sukri, Iman (1997). "Thermistor Sebagai Sensor Panas". Skripsi IKIP Padang : Padang
- Suryatmo, F. (1995). Teknik Listrik Arus Searah. Bandung : Bumi Aksara
- Theraja, BL. (1984). Electrical Technology. New Delhi : Nirja Construction and Development
- Wasito, S. (2004). Vademekum Elektronika. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Wasito, S. (1992). Teknik Arus Searah. Jakarta : Karya Utama
- Yohannes, H.C. (1983). Dasar-dasar Elektronika. Jakarta : Ghalia Indonesia
- Zuhail. (2000). Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama