

UJIAN PEMERIKSAAN KADAR ALKOHOL
DARAH PADA MANUSIA DENGAN TOS 512

TUGAS AKHIR

Dibuat oleh :

Nama Mahasiswa : JOHNY AGUST RIARTALING

No. Pokok Mahasiswa : 011910036

NIRM : 913.206 710 250 037



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

SERPONG

1997

DAFTAR PUNJUK TERSEKUTU KAJIAN ALKOHOL
PENGALAMAN KAWAN MUDA DENGAN TOLIS

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

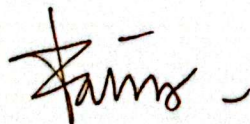
Nama Mahasiswa : JOHN Y. AGUST MAREALIMO

No. Pokok Mahasiswa : 011910038

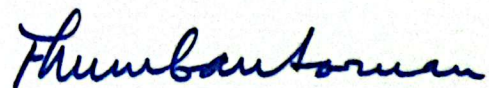
NPM : 013.200710250037

Serpong, September 1997

Disetujui oleh



DR. Ir. Fatimah Z.P.
Dosen Pembimbing



Dipl Ing Th H Lumbantoruan
Kajur Teknik Elektro

ABSTRAK

Pada tugas akhir ini akan dibahas tentang detektor kadar alkohol pada manusia dengan sensor TGS 822 lewat mulut. Sensor TGS 822 ini dilapisi lapisan dioxide (SnO_2) yang menggunakan elemen semikonduktor sebagai penghantar listrik. Alat ini terdiri dari beberapa rangkaian utama yaitu rangkaian komparator, rangkaian gerbang NAND (flip-flop), rangkaian tampilan (*display*) yang berupa LED, serta sensor gas sebagai alat pendeteksi.

Jika molekul gas menyentuh permukaan sensor, maka konduktivitasnya meningkat, resistansinya akan menurun, sebaliknya jika konsentrasi gasnya menurun maka resistansinya akan meningkat. Perubahan resistansi yang terjadi akan mengkonversikan perubahan konsentrasi menjadi perubahan tegangan dan perubahan inilah yang menjadi pedoman pendeteksian gas.

Tampilan dari alat ini digunakan 3 LED yang masing-masing menunjukkan tingkat konsentrasi gas yang dideteksi.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan bimbingan-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Indonesia.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada:

1. Bapak Dipl. Ing. Th. H. Lumbantoruan, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan pengarahan dan masukan - masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Dr. Ir. Fatimah Z. Padmadinata, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, semangat dan pengarahan selama penulisan tugas akhir ini.
3. Ibu Dra. Lin Marlina, Msi sebagai pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak N. Jhonadi Sirait, A.Md.A.K sebagai asisten pembimbing II yang telah memberikan arahan dan petunjuknya.

5. Seluruh Dosen, Asisten dan Staf Jurusan Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menyelesaikan kuliah di Institut Teknologi Indonesia.
6. Saudara Alfred Stevanus beserta rekan - rekan mahasiswa yang tidak dapat disebutkan satu persatu, secara langsung maupun tidak langsung, telah banyak membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Papi, Mami dan Adik - adik tercinta, yang selalu mendoakan serta memberikan dorongan moril maupun materiil selama ini.

Semoga Tuhan dapat membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Penyusun menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan didalam menyusun tugas akhir ini, untuk itu segala usaha baik berupa saran maupun kritik guna memperbaiki isi tugas akhir ini, akan diterima dan dihargai dengan segala kerendahan hati.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Serpong, September 1997

Penulis

(Johny Agust Marpaung)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR LAMPIRAN	ix
 BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Sistematika Penulisan	2
 BAB II. TEORI DASAR SISTEM SENSOR.....	4
2.1. Konsentrasi Gas	4
2.2. Sistem Sensor	5
2.2.1. Karakteristik Sensor	6
2.2.2. Prinsip Kerja Sensor	6

2.2.3. Dasar Pengukuran Rangkaian	
2.2.4. Karakteristik Sensitivitas Sensor	
2.2.5. Temperatur dan Kelembaban	
2.3. Semikonduktor	
2.4. Transistor Sebagai Saklar	
BAB III RANCANGAN SISTEM DAN PRINSIP KERJA	
3.1. Diagram Blok	
3.2. Prinsip Kerja Alat Perblok	16
3.2.1. Baterai	16
3.2.2. Sensor	17
3.2.3. Komparator	19
3.2.4. Tegangan Referensi	20
3.2.5. Gerbang NAND (Flip-flop)	21
3.2.6. Tampilan (LED)	22
BAB IV. CARA KERJA DAN PENGUJIAN ALAT	24
4.1. Cara Kerja Rangkaian	24
4.2. Cara Penyetaraan Alat	27
4.2.1. Pengujian Untuk <i>Level</i> Tinggi	27
4.2.2. Pengujian Untuk <i>Level</i> Rendah	27
4.3. Pengujian dan Analisa Sistem Pendeteksian Konsentrasi Alkohol.....	28
KESIMPULAN	30
DAFTAR PUSTAKA	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Rangkaian dasar sensor TGS 822	7
Gambar 2.2. Rasio resistansi (R_s / R_o) berbanding konsentrasi gas	8
Gambar 2.3. Ketergantungan suhu dan kelembaban	10
Gambar 2.4. Susunan pita energi pada semikonduktor	
Gambar 2.5. Model semikonduktor gas sensor dengan metal oksida	
Gambar 2.6. Transistor sebagai saklar terbuka	
Gambar 2.7. Transistor sebagai saklar tertutup	
Gambar 2.8. Garis beban	
Gambar 3.1. Diagram blok alat pendeteksi kadar alkohol	
Gambar 3.2. Rangkaian sensor gas TGS 822	
Gambar 3.3. Rangkaian pengganti sensor	
Gambar 3.4. Rangkaian komparator	19
Gambar 3.5. Flip – Flop (S - R)	21
Gambar 3.6. Rangkaian <i>display</i>	23

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Daerah aman untuk operasi sensor	8
Tabel 3.1 Tabel kebenaran untuk flip-flop (S - R)	22
Tabel 4.1 Data Hasil Perhitungan	26
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Skema Rangkaian Lengkap

Lampiran 2 : Foto Alat

Lampiran 3 : Data Komponen

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sesuai dengan kemajuan jaman dimana tingkat kehidupan manusia makin membaik, masih dijumpai adanya kecelakaan kendaraan bermotor yang mengakibatkan kerugian bahkan meminta korban jiwa. Banyak jalan raya rusak akibat kecelakaan tersebut, yang mana ditunjukkan secara langsung untuk para pengemudi yang dipengaruhi alkohol. Dan sering juga terlihat terjadinya perkelahian yang timbul akibat pengaruh alkohol yang berlebihan dan bahkan minta korban.

Dalam tugas akhir ini dibuat suatu alat yang bertujuan untuk mendeteksi adanya konsentrasi alkohol melalui pernafasan. Dengan alat detektor ini diharapkan petugas keamanan dapat melakukan razia dengan mengukur kadar alkohol seseorang (pengemudi). Apabila didapatkan tingkat kadar alkohol yang melebihi batas kesadaran manusia, petugas dapat langsung mengambil tindakan, sehingga kecelakaan dapat dihindari.

Sistem pendeteksi alkohol ini bekerja dengan menggunakan alat sensor gas alkohol, manakala di sekitar alat sensor tercium adanya alkohol, maka *display* yang berupa led yang menunjukkan tingkat kadar alkohol memberikan tanda adanya alkohol dan sekaligus menunjukkan tingkat kadar alkohol yang berlebihan dari orang yang diukur. Hal ini nantinya akan dijadikan bukti yang sangat berguna bagi keselamatan dalam melakukan tuntutan. Oleh karena itu deteksi *preventive* diperlukan untuk keselamatan banyak orang.

1.2. TUJUAN

Tujuan utama dalam pembuatan alat ini adalah untuk mendeteksi adanya alkohol didalam mulut terutama bagi peminum alkohol yang berlebihan.

1.3. BATASAN MASALAH

Pada tugas akhir ini akan dibahas mengenai latar belakang pembuatan alat, dasar pemikiran, rangkaian serta cara kerja alat secara garis besar maupun berdasarkan diagram blok.

1.4. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari 4 bab yaitu :

- Bab I Pendahuluan: Pada bab ini berisi latar belakang, pemilihan judul, tujuan penulis, metoda penulisan, pembatasan masalah dan sistematika penulisan.
- Bab II Teori Dasar Sistem Sensor : Pada bab ini menerangkan karakteristik dan teori sistem sensor sebagai teori penunjang yang dipakai dalam mewujudkan tugas akhir ini.

- Bab III Rancangan Sistem dan Prinsip Kerja : Bab ini berisi penjelasan mengenai prinsip kerja rangkaian dan pembahasan masing-masing blok.
- Bab IV Cara Kerja dan Pengujian Alat : Bab ini berisi hasil uji coba alat dan hasil pengukuran dari rangkaian.
- Kesimpulan : Bab ini berisi kesimpulan sistem yang telah dibahas pada tugas akhir ini.
- Pada bagian akhir dari tugas akhir ini akan dilampirkan daftar pustaka dan lembar data dari IC yang digunakan dalam rangkaian.

BAB II

TEORI DASAR SISTEM SENSOR

2.1. Konsentrasi Gas

Konsentrasi gas adalah perbandingan antara volume suatu gas terhadap suatu volume sampel yang diamati. Satuan dari konsentrasi gas dapat berupa persentase volume ataupun ppm (*part per million*). Contoh, jika ada atau terdapat suatu konsentrasi gas ethanol sebesar 20 % dalam suatu sampel gas, maka dapat dikatakan bahwa dalam 100 satuan volume sampel gas tersebut terdapat ethanol sebanyak 20 satuan volume yang sama. Jika ingin dinyatakan dalam ppm maka konsentrasi ethanol 20 % itu adalah sama dengan 20×10^4 ppm.

Di dalam pernafasan manusia terdapat bermacam-macam gas, atau dapat dikatakan bahwa nafas manusia adalah berupa campuran gas. Seberapa besar kadar suatu komponen gas dalam nafas manusia dapat dinyatakan dengan persen konsentrasi gas tersebut dalam suatu volume sampel nafas manusia.

Jika kadar komponen gas tersebut diberikan dalam satuan massa per satuan volume, maka diperlukan besaran lain yang berfungsi untuk mengubah satuan massa ke dalam satuan volume. Besaran ini adalah massa jenis, yang mempunyai rumus :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{dimana;}$$

ρ = Kerapatan / massa jenis [gr / cm³]

m = Massa [gr]

V = Volume [cm³]

Misalnya kadar alkohol dalam nafas manusia adalah 0.04 gr/cm³ dan massa jenis alkohol sebesar 0,81 gr/cm³ maka untuk mengubah ke dalam satuan volume:

$$0,04 \text{ gr alkohol} = 0,04 \text{ (gr)} / 0,81 \text{ (gr / cm}^3\text{)} = 4,94 \times 10^{-2} \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{jadi kadar alkohol } 0,04 \text{ gr/cm}^3 &= 4,94 \times 10^{-2} \text{ cm}^3 / \text{cm}^3 \\ &= 4,94 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

$$\text{atau jika dinyatakan dalam persen} = 4,94 \times 10^{-2} \times 100 = 4,94 \%$$

Artinya dalam 100 satuan volume sampel nafas terdapat 4,94 satuan volume alkohol.

2.2. Sistem Sensor

Sistem sensor gas yang digunakan adalah tipe FIGARO GAS SENSOR TGS 822 buatan *Figaro Engineering Inc*, Jepang.

2.2.1. Karakteristik Sensor

Elemen pendeteksi dari perangkat sensor terbuat dari timah dioksida (SnO_2) dan diantara kedua elemen ini terdapat lapisan tahan api yang sanggup menerima temperatur mudi.

Pada sensor juga terdapat elemen pemanas dengan nilai resistansi 38 ohm. Fungsi dari elemen ini adalah memanaskan sisa gas yang masih ada pada lapisan elemen pendeteksi.

Sensor ini juga dilengkapi lapisan pelindung tahan api yang terbuat dari *stainless steel* untuk melindungi elemen sensor. Untuk menghubungkan elemen pendeteksi dengan tegangan catu dan tahanan beban maka sensor dihubungkan kaki 1 dan 3 atau kaki 4 dan 6 yang terbuat dari bahan nikel.

Sensor TGS 822 ini cukup sensitif (terutama untuk alkohol) dan cara kerjanya sederhana.

2.2.2. Prinsip Kerja Sensor

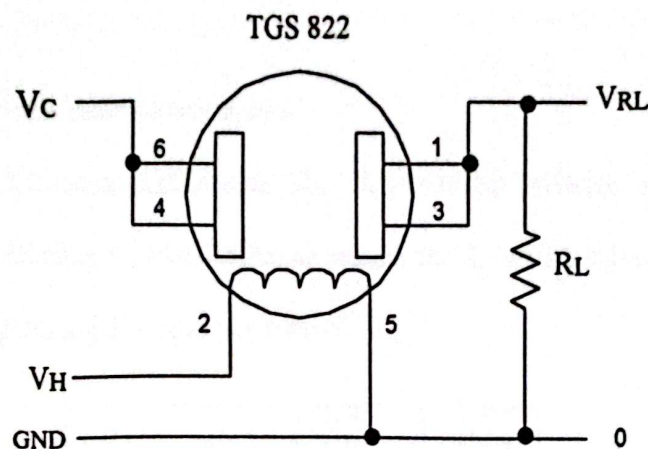
Semikonduktor logam oksida SnO_2 mempunyai sifat jika molekul gas menyentuh lapisan permukaan sensor, maka konduktivitas lapisan tersebut meningkat, resistansinya akan menurun, dan sebaliknya, jika konsentrasi gas yang menyentuh lapisan permukaan sensor menurun, maka resistansinya akan meningkat. Perubahan resistansi tersebut akan mengkonversikan perubahan konsentrasi gas yang terdeteksi menjadi perubahan tegangan dan perubahan inilah yang dipakai sebagai pedoman pendeteksian gas.

Ketika sensor diberi tegangan, arus listrik mengalir sebagai akibat pergerakan partikel-partikel dari SnO_2 .

Rangkaian dasar prinsip kerja sensor dapat dilihat dibawah ini :

2.2.3. Dasar Pengukuran Rangkaian

Gambar 2.1. menunjukkan dasar pengukuran rangkaian sensor TGS 822. Perubahan tahanan sensor diukur sebagai perubahan tegangan pada tahanan beban R_L . Baik V_C maupun V_H bisa berupa sumber tegangan AC maupun DC. Pengukuran sinyal keluaran V_{RL} bisa dikonversi untuk mengetahui tahanan sensor dengan mengikuti rumus dibawah ini :



Gambar 2.1. Rangkaian dasar sensor TGS822 ^[1]

$$R_s = \frac{V_C \times R_L}{V_{RL}} - R_L \quad [1]$$

Keterangan :

V_C = Tegangan catu sensor [volt]

V_H = Tegangan pemanas [volt]

R_L = Tahanan beban [ohm]

V_{RL} = Tegangan keluaran [volt]

R_s = Tahanan sensor [ohm]

Rangkaian sensor TGS 822 ini harus disesuaikan dengan nilai yang diberikan pada

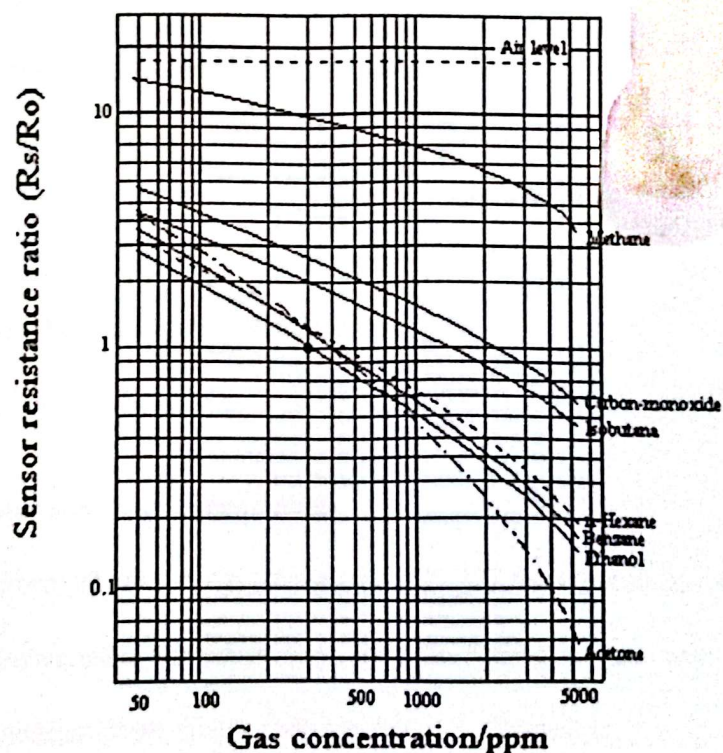
Tabel 1. Jika tidak, standar sensitivitas dari rangkaian sensor tidak berlaku.

Tabel 1.1. Daerah aman untuk operasi sensor. ^[1]

Parameter	Simbol	Nilai
Tegangan rangkaian	V_C	Maks. 24 volt
Tegangan pemanas	V_H	5 volt $\pm$ 0.2 volt
Daya disipasi sensor	P_S	Maks. 15 mW

2.2.4. Karakteristik Sensitivitas Sensor

Gambar 2.2 menunjukkan nilai (R_S / R_O) terhadap berbagai macam tipe dan konsentrasi gas. Dimana R_S adalah tahanan sensor dan R_O adalah tahanan udara yang mengandung 300 ppm gas ethanol.



Gambar 2.2 Rasio resistansi (R_S/R_O) berbanding Konsentrasi Gas ^[1]

R_0 = Tahanan sensor di udara yang mengandung 300 ppm ethanol

R_s = Tahanan sensor pada konsentrasi gas yang berbeda

Untuk setiap kenaikan konsentrasi pada jenis gas yang terdeteksi oleh sensor maka perbandingan R_s/R_0 akan menurun (berkurang). Derajat penurunan tidak hanya tergantung pada perubahan konsentrasi gas tetapi juga tergantung juga pada jenis gas dan uap.

Yang perlu diingat bahwa R_s/R_0 ditampilkan sebagai rasio dari tahanan sensor saat pengukuran, dengan tahanan sensor saat udara mengandung 300 ppm ethanol. Oleh sebab itu, nilai R_s/R_0 untuk 300 ppm ethanol menurut gambar 2.3 adalah 1.

Nilai tahanan yang sesungguhnya untuk suatu konsentrasi gas dapat dicari dengan perhitungan sebagai berikut :

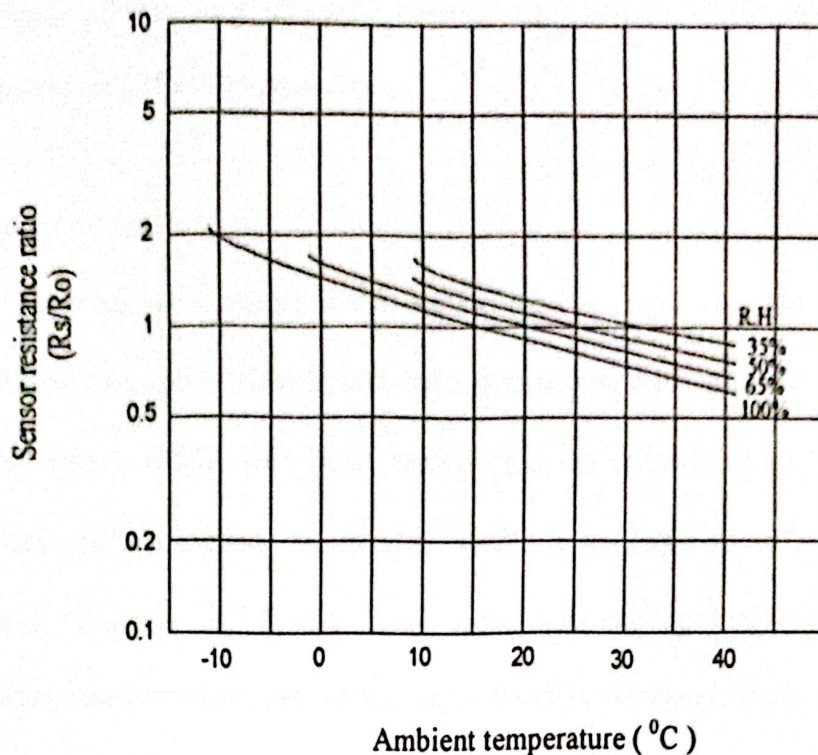
Contoh; jika dalam suatu pengukuran diberikan tahanan beban (R_L) = 13,65 Kohm, tegangan catu rangkaian (V_C) = 5 volt dan didapat tegangan pada beban (V_{RL}) = 3,2 volt, maka besar tahanan sensor untuk keadaan ini (R_s)

$$R_s = \frac{5\text{volt} \times 13,65\text{kOhm}}{3,2\text{volt}} - 13,65\text{kOhm} = 7,68\text{kOhm}$$

Jadi pada percobaan itu $R_s = 7,68 \text{ kOhm}$.

2.2.5. Temperatur Dan Kelembaban

Karakteristik sensitivitas dari sensor TGS 822 dapat berubah, tergantung pada perubahan suhu dan kelembaban atmosfer. Ketergantungan terhadap suhu dan kelembaban dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini :



Gambar 2.3 Ketergantungan Suhu dan kelembaban ^[1]

Dari gambar 2.1 rangkaian dasar sensor gas TGS 822 didapat kondisi standar tes yaitu:

Kondisi tes :

Untuk: $V_C = 10$ volt DC ; $V_H = 5$ volt DC ; $R_L = 10$ kOhm

Keterangan :

R_O = tahanan sensor di udara yang mengandung 300 ppm gas ethanol pada suhu 20°C dan 65% R.H (*Relative Humidity*).

R_S = tahanan sensor di udara yang mengandung 300 ppm gas ethanol pada suhu dan kelembaban yang berbeda.

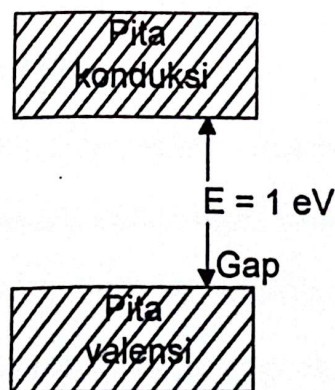
Uap air terdiri dari gas-gas komponen yang masing-masing memberikan tekanan yang disebut dengan tekanan partial. Perbandingan antara tekanan partial uap

air dengan tekanan uap air pada sesuatu suhu tertentu didefinisikan sebagai kelembaban nisbi (*Relative Humidity*).

2.3. SEMIKONDUKTOR

Semikonduktor adalah suatu bahan yang mempunyai sifat agak baik mengalirkan arus listrik. Nilai hambatan jenis (resistivitas) semikonduktor antara $10^{-3} \Omega\text{-cm}$ sampai $10^6 \Omega\text{-cm}$. Besar hambatan jenis ini terletak antara isolator dan konduktor, dimana isolator mempunyai hambatan jenis kira-kira $10^{12} \Omega\text{-cm}$ dan konduktor kira-kira $10^{-6} \Omega\text{-cm}$. Dari model pita energi, ketiga bahan yaitu konduktor, semikonduktor, dan isolator dapat dibedakan dengan melihat struktur pita energi yang dimiliki oleh masing-masing bahan.

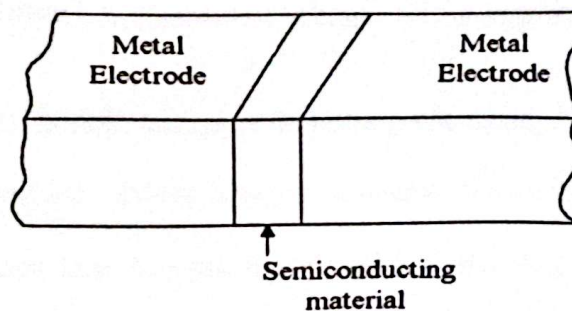
Pita energi adalah tempat kedudukan elektron berdasarkan tingkat energi yang dimiliki oleh elektron-elektron tersebut. Pita energi yang perlu diperhatikan dalam hal ini terdiri dari pita konduksi dan pita valensi. Kedua pita ini dipisahkan oleh suatu daerah yang dinamakan celah energi. Lebar celah energi untuk bahan semikonduktor bisa dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Susunan pita energi pada semikonduktor^[2]

Pada semikonduktor lebar celah energi cukup memungkinkan bagi elektron dengan mudah bertransisi (sekitar 1 eV), sehingga terciptanya elektron di pita konduksi dan *hole* di pita valensi, dan kedua pembawa muatan tersebut berfungsi sebagai penghantar.

Perubahan dalam konduktansi dari semikonduktor gas sensor disebabkan oleh adsorpsi fisik dari suatu gas pada suatu bagian permukaan semikonduktor yang diikuti oleh suatu reaksi kimia. Reaksi kimia yang terjadi pada semikonduktor sensor gas ini adalah logam oksida SnO_2 . Konfigurasi yang paling sederhana dari semikonduktor gas sensor terdiri dari dua logam elektroda yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.5. Model semikonduktor gas sensor dengan metal-oxide SnO_2 ^[3]

2.4. TRANSISTOR SEBAGAI SAKLAR

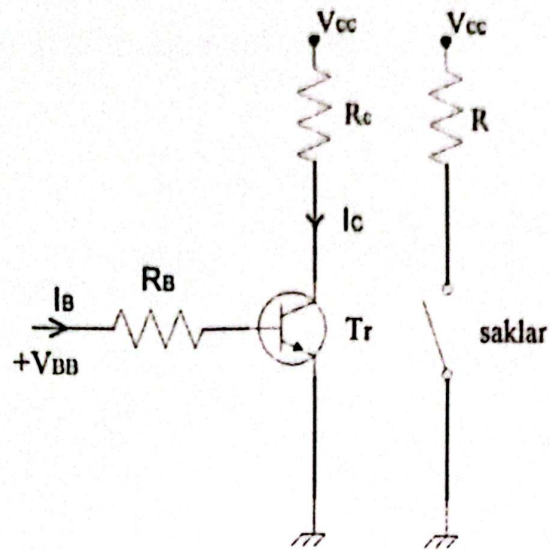
Transistor pada penerapannya dalam rangkaian dapat sebagai saklar. Perubahan keadaan transistor sebagai saklar adalah dari keadaan menyumbat (*cut off*) menuju ke keadaan jenuh (saturasi) begitu juga sebaliknya.

Penjumlahan tegangan di sekitar loop masukan memberikan :

$$I_B R_B + V_{BE} - V_{BB} = 0$$

maka diperoleh,

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$



Gambar 2.6 Transistor sebagai saklar terbuka ^[4]

Jika arus basis I_b nol, transistor bekerja pada ujung bawah dari garis beban (gambar 2.8) dan transistor dalam keadaan tersebut diibaratkan saklar yang sedang membuka (*off*) dimana arus I_b yang masuk tidak dapat menggerakkan saklar. Dari gambar 2.6 dapat dilihat :

Jika $I_b = 0$, maka :

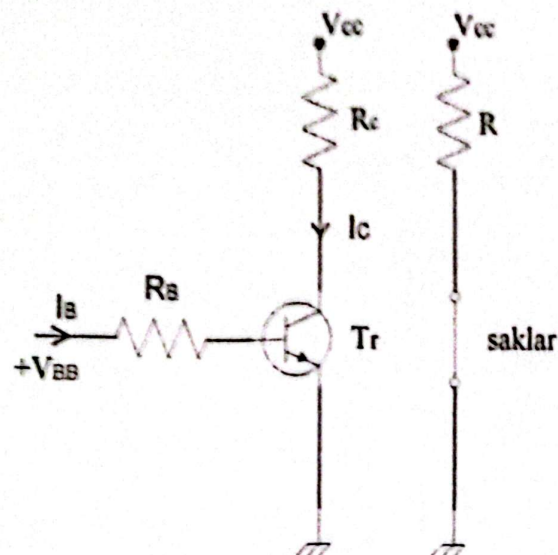
1. Tegangan $V_{CE} =$ tegangan V_{CC}
2. Tegangan beban = 0 volt.

Kalau I_b kecil maka tegangan di R_c adalah sebesar :

$$V_R = I_c R_c \quad \text{dan}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_c R_c$$

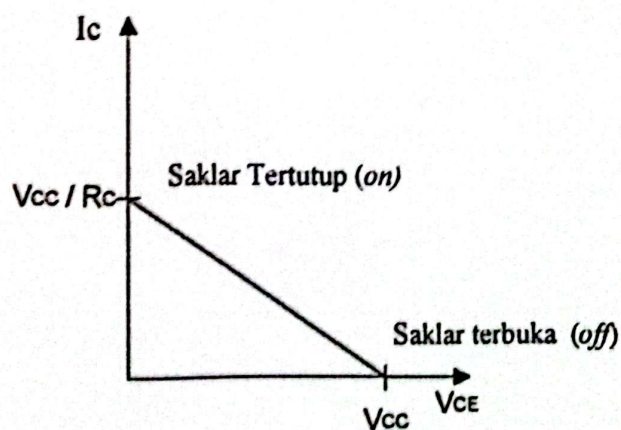
Transistor dalam keadaan saturasi (jenuh) diibaratkan saklar sedang tertutup (on), titik kerja transistor berada pada ujung atas dari garis beban (gambar 2.8), dimana ada arus I_b yang maksimum akan menyebabkan I_c naik terus sampai mencapai $I_c R_c \approx V_{cc}$ sehingga dapat menggerakkan saklar



Gambar 2.7 Transistor sebagai saklar tertutup ^[4]

Dari gambar 2.7 dapat dilihat jika :

1. Arus basis = maksimum
2. Tegangan $V_{CE} \approx 0$ volt
3. Tegangan pada beban = V_{CC} .



Gambar 2.8 Garis beban ^[4]

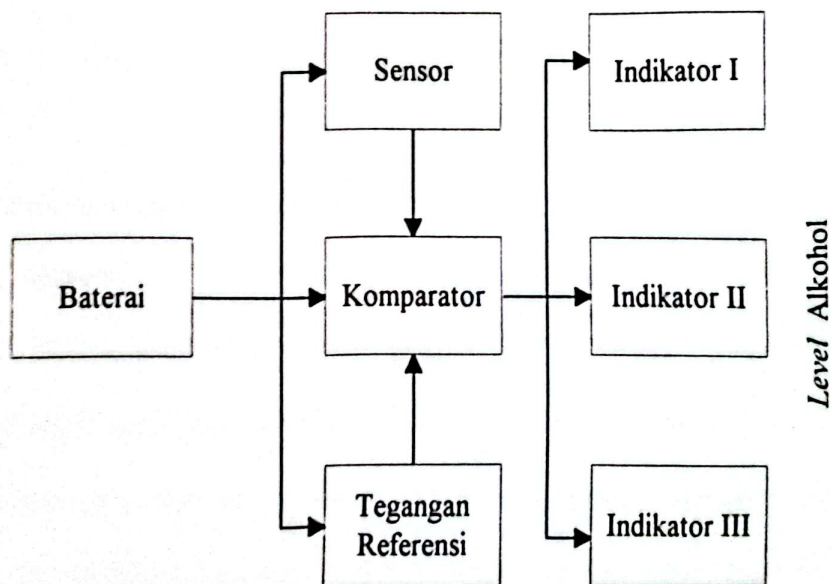
BAB III

RANCANGAN SISTEM

DAN PRINSIP KERJA

3.1. Diagram Blok

Perancangan sistem ini terdiri dari 3 bagian rangkaian yang penting yaitu sistem pendeteksi dengan sensor, komparator sebagai pembanding dan rangkaian tampilan (indikator). Blok sistem secara umum dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Blok Alat Pendeteksi Kadar Alkohol

Prinsip kerja alat dapat digambarkan dalam diagram blok. Blok indikator merupakan tampilan (*display*) yang terdiri dari 3 LED yang masing-masing menunjukkan *level*/konsentrasi gas yang dideteksi.

Hubungan antar diagram blok

- Baterai : memberikan daya pada seluruh blok (rangkaian)
- Sensor : digunakan sensor gas yang dapat mendeteksi keberadaan gas atau adanya suatu gas, dimana setiap perubahan tahanan sensor yang diakibatkan oleh terdeteksinya gas akan memberikan keluaran tegangan yang berubah-ubah (pada suatu nilai beban tertentu).
- Tegangan referensi : digunakan sebagai acuan yang nantinya akan dibandingkan dengan tegangan keluaran sensor untuk menentukan *level* alkohol yang terdeteksi. Tegangan referensi ini dapat diset sesuai keinginan pengguna.
- Komparator : merupakan tegangan pembanding antara tegangan referensi dengan tegangan keluaran dari sensor.

3.2. Prinsip Kerja Alat Perblok

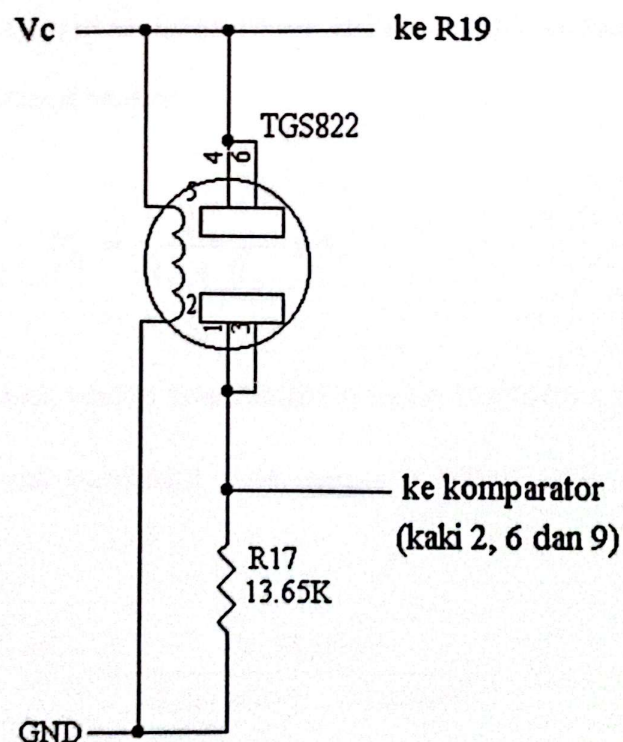
3.2.1. Baterai

Khusus pada alat ini sumber daya DC disediakan lewat baterai 9 volt dengan tujuan lebih mengefisiensikan pemakaian alat. Tetapi jika memang diperlukan dapat digunakan catu daya AC. Besarnya catu pada rangkaian disesuaikan dengan beban yang ada dikeluarkan sensor (masukan komparator) supaya daya pada beban tersebut tidak melebihi dari 15 mW. ^[1]

Tegangan catu untuk pemanas elemen (*heater*) diusahakan sebesar 5 volt $\pm$ 0.2 volt ^[1] Penentuan nilai catu daya untuk pemanas elemen tersebut merupakan ketetapan dari kondisi operasi yang optimal.

3.2.2. Sensor

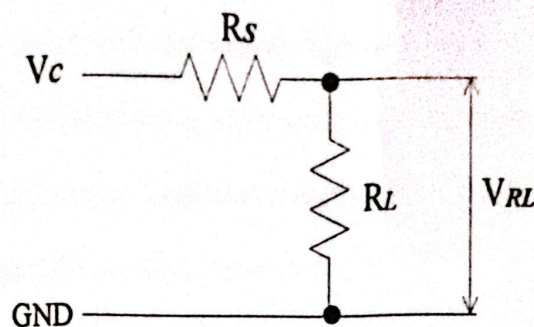
Komponen utama dari alat ini adalah TGS 822 yaitu sensor gas yang berkaki penghubung 6 buah. Kawat pemanas (*heater*), dengan nilai nominal resistansi 38 ohm, dihubungkan pada kaki nomor 2 dan 5. Kaki 2 terhubung dengan *ground*, sedangkan kaki 5 terhubung dengan +5 volt stabil yang digunakan sebagai tegangan pemanas. Kaki 1 dan kaki 3 dihubungkan dengan *ground* lewat tahanan 13.65 kOhm, sedangkan kaki 4 dan kaki 6 dihubungkan dengan sumber tegangan +5 volt lewat transistor Tr1 2SA883 kemudian dihubungkan ke 2 buah potensiometer 1 K Ω yang akan mengatur sensitivitas sensor.



Gambar 3.2. Rangkaian Sensor Gas TGS 822

Setiap perubahan yang dideteksi oleh sensor akan mengakibatkan tahanan R_s berubah mengikuti konsentrasi gas yang terdeteksi. Tegangan keluaran dari sensor berupa V_{RL} , yang akan dihubungkan ke rangkaian *display* (LED) melalui komparator dan rangkaian flip-flop sebagai gerbang NAND, akan menghasilkan kadar alkohol sesuai dengan keluaran komparator.

Pada gambar 3.2 rangkaian sensor dapat dibuat rangkaiannya sebagai berikut:



Pada gambar 3.3. Rangkaian pengganti sensor

Dengan menggunakan *voltage divider* maka tegangan pada tahanan beban (R_L) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$V_{RL} = \frac{R_L}{R_L + R_S} \times V_C$$

Pada rangkaian, tahanan beban R_L (R17) adalah 13.65 kOhm dan jika tahanan sensor R_s pada saat mendeteksi sama dengan 1 kOhm maka keluaran sensor V_{RL} adalah :

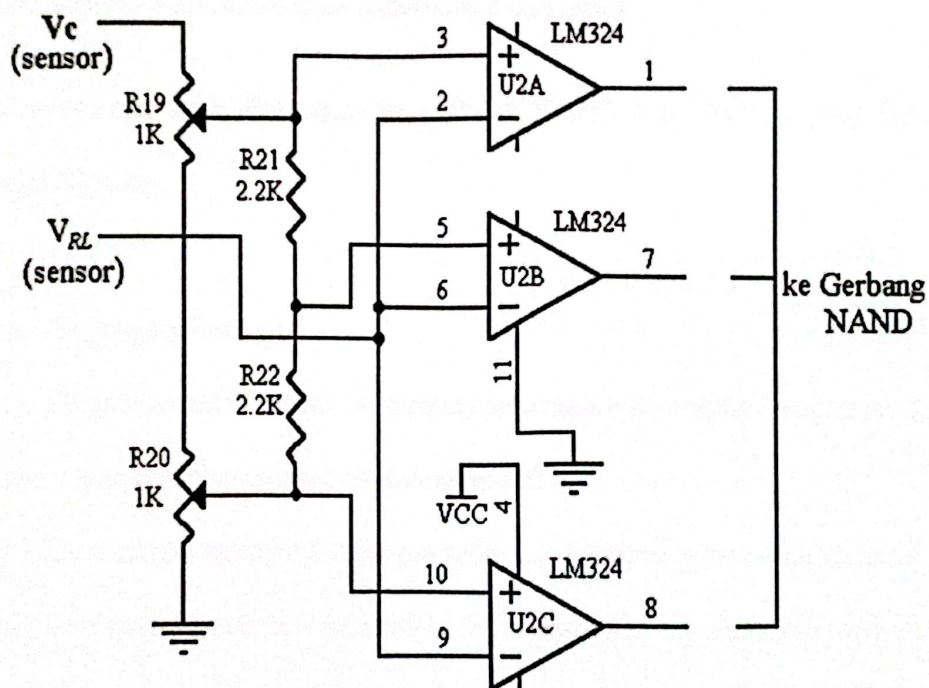
$$V_{RL} = \frac{13.65 \text{ kOhm}}{13.65 \text{ kOhm} + 1 \text{ kOhm}} \times 5 \text{ volt}$$

$$V_{RL} = 4,65 \text{ volt.}$$

3.2.3. Komparator

Fungsi dari komparator adalah membandingkan tegangan keluaran sensor dengan suatu nilai tegangan referensi. Komparator pada alat ini adalah IC LM324.

Keluaran dari komparator ini mempunyai dua keadaan yaitu; bila tegangan keluaran sensor melebihi tegangan referensi, maka tegangan keluaran pada kaki 1, 7 dan 8 dari komparator LM 324 akan mendekati 0 volt, dan jika keluaran sensor nilainya dibawah tegangan referensi maka besar tegangan keluaran komparator akan mendekati nilai V_{CC} . Kedua keadaan ini akan mempengaruhi keadaan keluaran dari gerbang NAND kemudian menuju rangkaian tampilan yaitu *display* (led) sebagai *level* alkohol seperti yang terlihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Rangkaian Komparator

Contoh .

1. Jika tegangan referensi sama dengan 5 volt pada kaki 3 (LM324) (yaitu referensi untuk *level* tinggi dari konsentrasi alkohol yang terdeteksi) dan tegangan keluaran sensor sama dengan 3 volt maka keluaran pada komparator LM324 akan mendekati tegangan Vcc yaitu 5 volt atau berlogik 1 (*high*)
2. Jika tegangan referensi sama dengan 1 volt pada kaki 10 (LM324) (yaitu referensi untuk *level* rendah dari konsentrasi alkohol yang terdeteksi) dan tegangan keluaran dari sensor sama dengan 3 volt maka keluaran dari komparator LM324 akan mendekati 0 volt atau berlogik 0 (*low*).
3. Sedangkan untuk kaki 5 (LM324) tegangan referensinya adalah setengah dari selisih antara tegangan referensi kaki 3 dengan kaki 10. Sehingga $0.5 (5 - 1) + 1 = 3$ volt. Jika tegangan keluaran dari sensor 3 volt maka keluaran dari komparator LM324 akan mendekati 0 volt (*low*).

Dan seterusnya akan diteruskan ke gerbang NAND (IC 7400) yang berfungsi sebagai flip-flop.

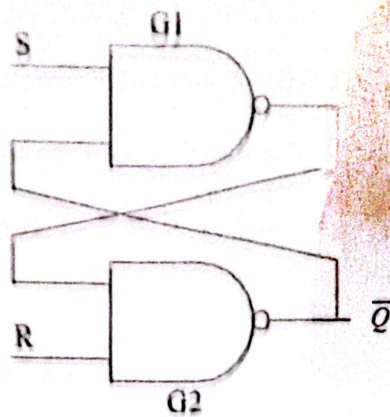
3.2.4. Tegangan Referensi

Tegangan referensi ini merupakan tegangan pembanding yang akan dipakai sebagai acuan terhadap tegangan keluaran sensor.

Pada alat ini terdapat 3 tegangan referensi, yaitu tegangan referensi untuk *level* tinggi, *level* menengah dan *level* rendah. Dari ketiga nilai tegangan referensi itu yang dapat diset adalah tegangan referensi untuk *level* rendah dan yang untuk *level* tinggi. Sedangkan tegangan referensi untuk *level* menengah nilainya tergantung pada selisih antara tegangan referensi *level* tinggi dan *level* rendah, yaitu sebesar setengah dari selisih tersebut.

3.2.8 Gerbang NAND (flip-flop)

Fungsi dari rangkaian gerbang ini adalah untuk tampilan dan untuk *reset* pada masing-masing level. Atau dengan kata lain, untuk setiap tampilan level dig- dan both gerbang sebagai *Set/RESET* flip-flop (S - R), seperti terlihat pada 3.5. Karena pada alat ini terdapat 3 tampilan level, maka digunakan adalah sebanyak 6 gerbang (2 buah IC 7400)



Gambar 3.5. Flip-flop (S - R)

Jika ingin membuat $Q = 1$ pada keluaran G1, maka harus di-*set* untuk membuat agar masukan $S = 0$ dan $R = 1$. Jika $S = 0$, maka $Q = 1$ (pada saat masukan gerbang NAND rendah, keluarannya akan tinggi), selanjutnya akan memaksa salah satu masukan G2 berada pada logika 1. Dengan $R = 1$, maka gerbang G2 sekarang mempunyai 2 masukan keduanya pada logika 1, dan menghasilkan keluaran $\bar{Q} = 0$. Sebaliknya, untuk menyimpan $\bar{Q} = 1$, harus di-*set* dengan $S = 1$ dan $R = 0$ yang akan menyebabkan $Q = 0$ dan $\bar{Q} = 1$.

Table 3.1. Tabel kebenaran untuk flip-flop S - R [7]

S	R	Q
0	0	Tidak berubah
0	1	1
1	0	0
1	1	Tidak terdefinisi

Tabel kebenaran dari flip-flop S – R terlihat pada tabel 3.1. Dari tabel tersebut, dapat dilihat bahwa jika S = R = 0, maka output Q akan tetap sama dengan sebelumnya, keluaran dari sistem berikutnya bergantung pada kondisi S dan R sebelumnya dan juga pada keadaan saat itu. Kondisi S = R = 1 tidak diperbolehkan, karena akan menghasilkan output yang tidak terdefinisi.

Rangkaian *reset* diperlukan agar IC TTL 7400 dapat di-*reset* pada saat pertama dihidupkan. Interupsi secara manual digunakan untuk mengkondisikan alat pada kondisi awal.

Keadaan *reset* diperoleh apabila kaki 5 dan kaki 13 untuk IC1 dan kaki 5 untuk IC2 diberi logika 0 dalam beberapa milidetik sesudah catu daya dihidupkan. Pemberian logika 0 ini dibuat dengan menekan saklar tekan. Setelah proses ini, maka rangkaian alat siap untuk mendeteksi. Jika rangkaian sensor sudah dipakai dan ingin dipakai lagi, maka proses *reset* (menekan saklar tekan) diatas harus diulang kembali.

3.2.6. Tampilan (LED)

Pada rangkaian ini digunakan tiga buah LED sebagai tampilan seperti yang terlihat pada gambar 3.6. Kegunaan tampilan ini adalah agar kadar alkohol yang dideteksi dapat diberikan *level* tertentu.

Diantara setiap LED dipasang tahanan sebesar 120Ω secara seri. Tahanan tersebut merupakan pembatas arus yang bertujuan untuk membatasi arus yang melalui LED agar tidak lebih dari arus maksimum. Lampu LED akan menyala, cukup dengan arus sebesar 10 mA pada tegangan LED kurang lebih 1.6 volt .^[6]

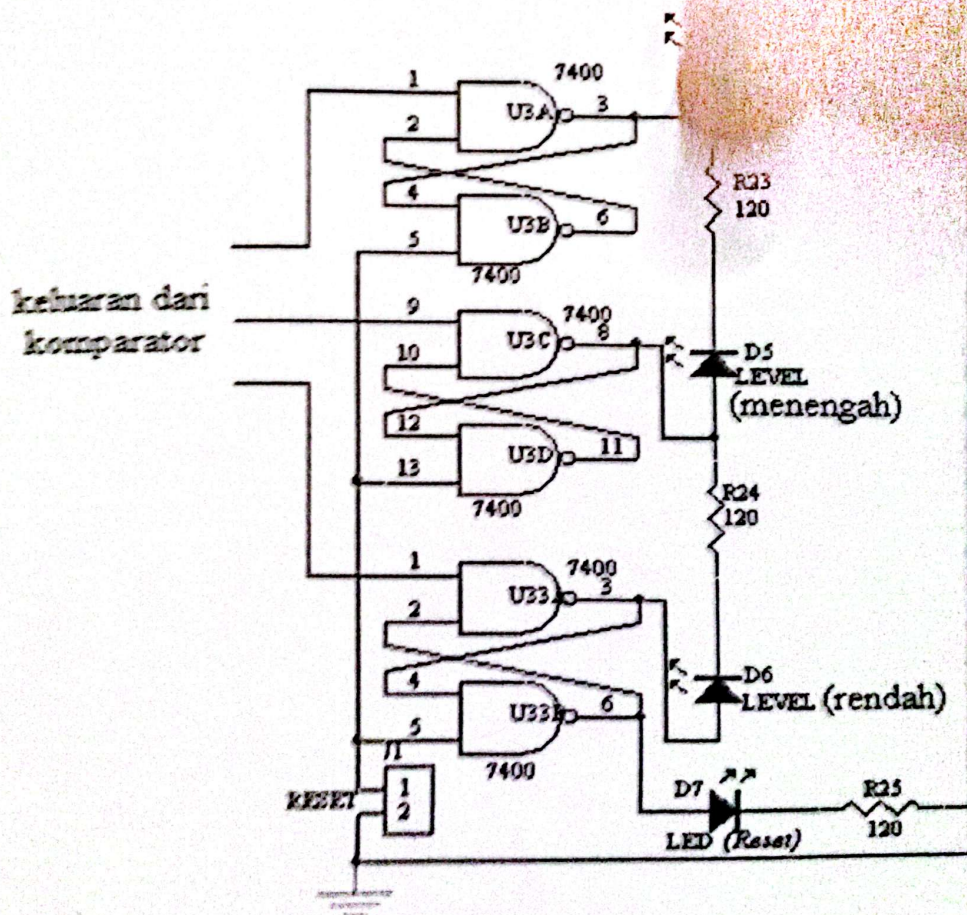
Tegangan keluaran dari gerbang NAND yang diberikan untuk LED sama dengan 3 volt , maka arus diberikan sebesar

$$I = (V_{IN} - V_{LED}) / R$$

$$I = (3 - 1,6) \text{ volt} / 120 \text{ ohm}$$

$$I = 11,6 \text{ mA}$$

Arus sebesar $11,6\text{ mA}$ ini hanya untuk satu lampu LED.



Gambar 3.6. Rangkaian Display.

... sethang (HAB) yang berfungsi sebagai 10^{-4} mV
... LED sebagai tampilan 10^{-4} konsentrasi

... konsentrasi alkohol yang dipakai sebagai standar adalah 10^{-4} g

... 250 liter volume sampel 10^{-4} atau $1/1000 \times 10^{-4}$ g / 1 liter

... pada saat konsentrasi alkohol bernilai $1/1000 \times 10^{-4}$ g

... tampilan led untuk 10^{-4} tinggi menyala 100 yang akan

... adalah mengukur tegangan keluaran sensor (V_{out}) untuk

... wadah bervolume 1 liter

... keadaan dimana terdapat 0,91 g alkohol murni dalam 250 liter

... dan bahwa dalam 250 liter terdapat 0,91 g

selanjutnya menuju ke gerbang NAND yang berfungsi sebagai flip-flop untuk menampilkan indikator LED sebagai tampilan *level* konsentrasi.

Nilai kadar konsentrasi alkohol yang dipakai sebagai standar adalah 0,04 gr alkohol murni dalam 210 liter volume sampel ^[11] atau $1,9048 \times 10^{-4}$ gr / 1 liter'. Yang diinginkan disini adalah, pada saat konsentrasi alkohol bernilai 1,9048 gr dalam wadah sebesar 1 liter, tampilan led untuk *level* tinggi menyala. Tapi yang akan dilakukan untuk pengujian adalah mengukur tegangan keluaran sensor (V_{PL}) untuk 6 konsentrasi alkohol dalam wadah bervolume 1 liter.

Jika diinginkan keadaan dimana terdapat 0,01 gr alkohol murni dalam 210 liter wadah, maka dapat dikatakan bahwa dalam 210 liter wadah itu terdapat 0,01 [gr] / $0,81 \text{ [gr/cm}^3\text{]} \approx 1,2346 \times 10^{-2} \text{ cm}^3 = 1,2346 \times 10^{-5}$ liter, dimana $0,81 \text{ [gr/cm}^3\text{]}$ adalah massa jenis alkohol.

Karena dalam pengujian ini tersedia wadah 1 liter maka perlu disediakan $1,2346 \times 10^{-5} / 210 \approx 5,879 \times 10^{-8}$ liter alkohol murni. Untuk mendapatkan volume alkohol murni sebesar itu, digunakan suntikan untuk memberikan 50 μl alkohol yang berkonsentrasi $[(5,879 \times 10^{-8} \text{ liter} / 50 \mu\text{l}) \times 100\%]$, atau sebesar 0,12%. Sedangkan untuk keadaan-keadaan lain (ada 6 keadaan), perhitungan yang dilakukan adalah sama dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data Hasil Perhitungan

Keadaan konsentrasi alkohol yang diinginkan (gr / 210l)	Konsentrasi alkohol yang diberikan sebanyak 50 μ l (%)
0,01	0,1176
0,02	0,235
0,04	0,46
0,05	0,59
0,06	0,7
0,09	1,1

Sebelum pengujian *level* konsentrasi yang diir dilakukan dengan menekan tombol *reset*, maka pada LED pada rangkaian dalam kondisi stabil dan sensor siap untuk men

Setelah persentase alkohol didapat (tabel 4.1) maka disu μ l alkohol tersebut ke dalam wadah yang seluas 1000 cm³. Pada tabel dilihat besar tegangan keluaran sensor untuk setiap konsentrasi alkohol. Untuk mengatur LED mana yang menyala, maka tegangan referensi untuk *level* tinggi atau untuk *level* rendah diatur dengan menggunakan potensiometer. Sedangkan untuk *level* menengah, tegangan referensinya tergantung pada kedua tegangan referensi tersebut

4.2. Cara Penyetaraan Alat

Penyetaraan alat pendeteksian alkohol ini terdiri dari dua bagian, pertama yaitu pengujian untuk *level* tinggi dan yang kedua untuk pengujian *level* rendah sedangkan untuk *level* menengah, pengujian secara otomatis yaitu tergantung pada *level* tinggi dengan *level* rendah.

4.2.1. Pengujian untuk *level* tinggi

Pada rangkaian digunakan potensiometer R19 sebagai pengatur untuk tegangan referensi *level* tinggi. Karena yang diharapkan pada keadaan 0,04 gr / 210 liter LED untuk *level* tinggi menyala, maka R19 diatur supaya nilai tegangan referensi untuk *level* tinggi lebih kecil dari tegangan keluaran sensor pada saat keadaan itu.

4.2.2. Pengujian untuk *level* rendah

Pada rangkaian digunakan potensiometer R20 sebagai pengatur tegangan referensi untuk *level* rendah. Sedangkan untuk *level* menengah berlaku hubungan :

$$V_{rm} = 0,5 (V_{rh} - V_{rl}) + V_{rl}$$

Dimana, V_{rm} = tegangan referensi *level* menengah

V_{rh} = tegangan referensi *level* tinggi

V_{rl} = tegangan referensi *level* rendah

4.3. Pengujian dan Analisa Sistem Pendeteksian Konsentrasi Alkohol

Pada *level* konsentrasi alkohol, pendeteksian dilakukan oleh elemen sensor tipe FIGARO TGS 822 yang lebih sensitif terhadap alkohol. Pengujian berlangsung dengan membandingkan tegangan referensi dengan tegangan keluaran sensor.

Pertama dilakukan pengujian untuk alkohol dengan konsentrasi $0,04 \text{ gr}/210\text{l}$. Untuk memberikan keadaan ini diberikan alkohol dengan konsentrasi $0,46 \%$ sebanyak $50 \mu\text{l}$ ke dalam wadah yang bervolume 1000 cm^3 . Kemudian pada sensor akan menghasilkan tegangan keluaran V_{RL} (pada pin 1 dan 3) yang pada multimeter sebesar $2,95 \text{ volt}$. Nilai ini akan diambil sebagai patokan pada konsentrasi alkohol tersebut, seseorang dianggap tidak arif pada kendaraan. Jadi akan dilakukan pengesetan dimana pada $V_{RL} = 2,95 \text{ volt}$, LED akan menyala tinggi yaitu dengan cara seperti pada sub bab 4.2.1.

Dan untuk konsentrasi $0,05 \text{ gr}/210\text{l}$, tegangan V_{RL} mengalami kenaikan menjadi sebesar $3,09 \text{ volt}$. Pengujian selanjutnya dapat lihat pada tabel 4.2 dibawah ini :

Table 4.2. Data Hasil Pengujian

Konsentrasi	%	V_{RL} (volt)	Keterangan LED yang menyala (<i>Level</i> konsentrasi)
$\frac{0,01\text{gr}}{210\text{l}}$	0,1176	1,85	Rendah
$\frac{0,02\text{gr}}{210\text{l}}$	0,235	2,36	Menengah
$\frac{0,04\text{gr}}{210\text{l}}$	0,46	2,95	Tinggi
$\frac{0,05\text{gr}}{210\text{l}}$	0,59	3,09	Tinggi

$\frac{0,06\text{gr}}{210\text{V}}$	0,7	3,18	Tinggi
$\frac{0,06\text{gr}}{210\text{V}}$	1,1	3,41	Tinggi

Dari data-data hasil pengujian maka tegangan referensi untuk *level* tinggi dibuat sama dengan 2,5 volt dan untuk *level* rendah dibuat sama dengan 1 volt.

KESIMPULAN

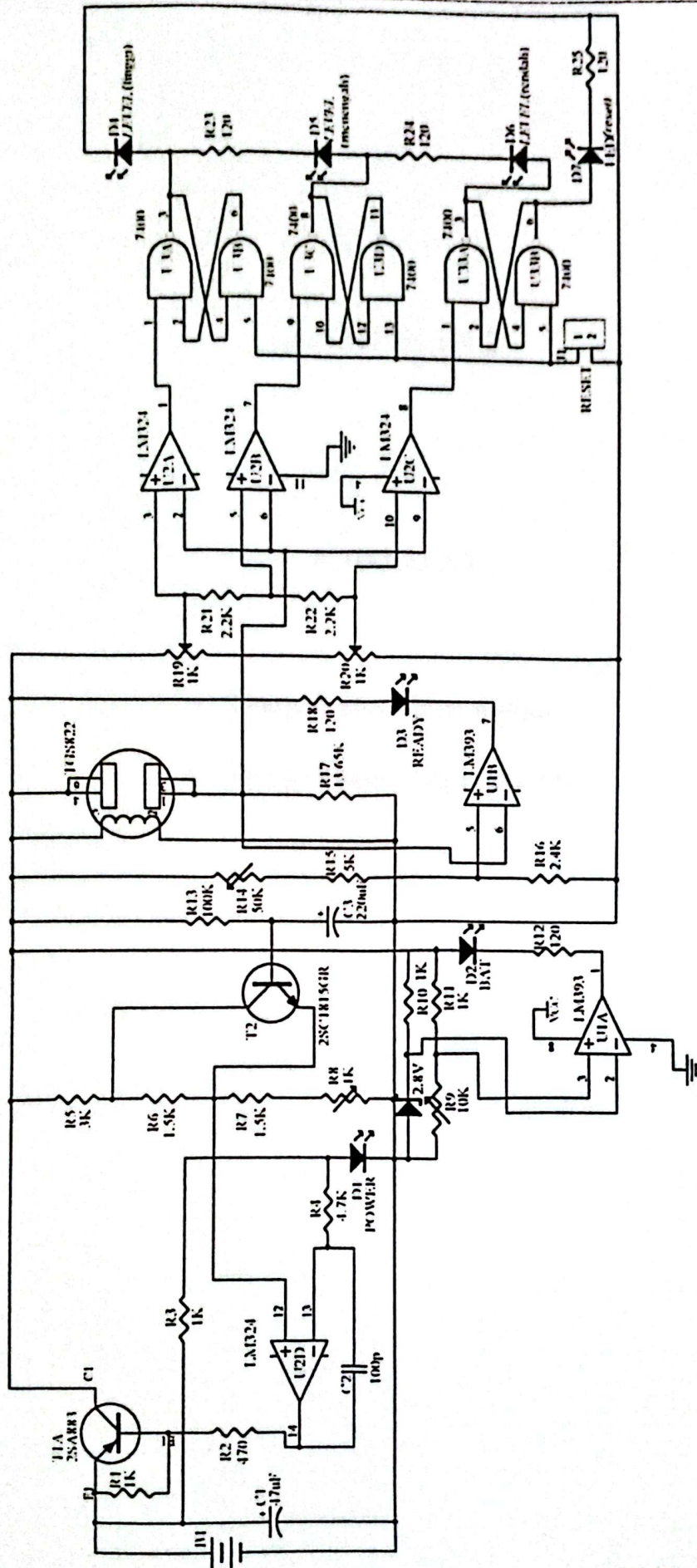
1. Sensor gas yang dipakai adalah tipe Figaro TGS822 yang lebih sensitif dalam mendeteksi alkohol.
2. Detektor ini cenderung berfungsi untuk menghindari resiko kecelakaan pada pengemudi yang kadar alkohol pada pernafasannya melebihi ambang batas.
3. Besar konsentrasi 0,04 gr/210l diambil sebagai standar yang merupakan batas minimum konsentrasi alkohol yang diijinkan.
4. Untuk menentukan tingkatan konsentrasi alkohol digunakan 3 LED sebagai tampilan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Figaro Engineering, "FIGARO GAS SENSOR TGS 822 ", 1997.
- [2] Julian W. Gardner, FOTO TAMPAK ATAS IN SOLID-STATE GAS SENSORS ", Department of Engineering, University of Warwick, Coventry, CV4 (U.K), 1988.
- [3] Sze, S.M.1985. Semiconductor Devices Physics and Technology. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- [4] Barry G. Woollard, "ELEKTRONIKA PRAKTIS ", P.T. Pradnya paramita, 1988
- [5] Milman dan Halkias,"Elektronika Terpadu",Erlangga
- [6] Irving M. Gottlieb, " Catu Daya Switching Regulator ", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1987.
- [7] K F Ibrahim, "Teknik Digital", Andi Offset, Yogyakarta, 1991
- [8] Wasito S, "Vademekum Elektronik II", Gramedia, 1987.
- [9] Wasito S, "Data Sheet Book 1", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1992.
- [10] Malvino, "Prinsip-Prinsip Elektronika", Erlangga, Jakarta 1994
- [11] *Alcohol* Concentration Worksheet, Minnesota Institute of Public Health, 1996

LAMPIRAN 1

SKEMA RANGKAIAN LENGKAP



Rangkaian Lengkap Alat Pendeteksi Kadar Alkohol Pernafasan Manusia dengan TIS 822

LAMPIRAN 2

FOTO ALAT

- Tampak atas
- Tampak atas

Foto Tampak Atas Tanpa Wadah

Foto Tampak Atas Dengan Wadah

1. PENDAHULUAN

2. PEMBAHASAN

FIGARO

FIGARO GAS SENSOR TGS 822

FIGARO ENGINEERING INC.

The TGS822 is a tin dioxide (SnO_2) semiconductor gas sensor, designed for detecting vapors of organic solvents. The electric resistance of the TGS822 decreases largely with the increase of gas or vapor concentrations in ambient atmosphere. The decrease of resistance is used as an electrical output signal for gas detection.

The features are;

- High sensitivity to vapors of organic solvents.
- High stability and reliability over a long period.
- Large output signal for a simple and low-cost circuit.

TGS822



CONTENTS

1. Structure	1
2. Basic Measuring Circuit	1
3. Operating Conditions	1
4. Specifications	2
5. Characteristics	
5-1. Sensitivity	3
5-2. Response	3
5-3. Dependency on Temperature and Humidity	3
5-4. Initial Action	4
5-5. Stability	4
6. Application Circuits	5

1. Structure

Fig 1 shows the structure of the TGS822. Inside the plastic housing with the two flame arresters of stainless steel double-gauze on its top and bottom, the gas sensing element is hung on the four pins by two lead wires. The sensing element is a tin dioxide ceramic formed on an alumina ceramic tube on which two gold electrodes are pre-printed. The element is heated by the heater coil located inside the tube and connected to the pins No.2 and 5. One electrode is connected to the pins No.1 and 3 by the lead wire, and the other is connected to No.4 and 6.

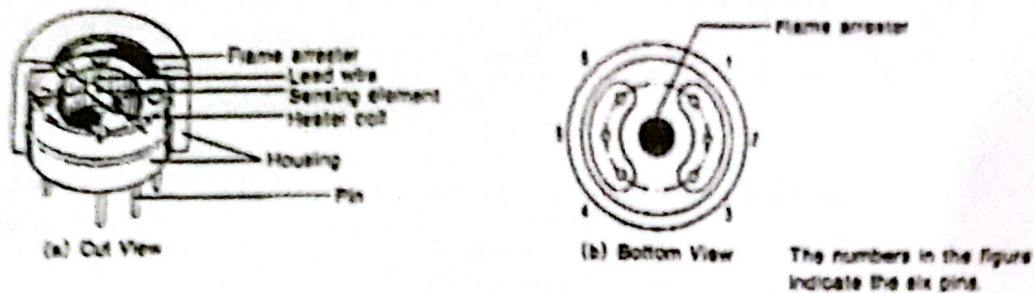


Fig. 1. Structure of the TGS 822

2. Basic Measuring Circuit

Fig 2 shows the basic measuring circuit for the TGS 822. The change in sensor resistance is measured as a change in the voltage across the load resistor (R_L). Either AC or DC can be applied to V_c and V_h . A measured output signal (V_{eL}) can be converted into sensor resistance (R_s) by means of the following formula:

$$R_s = \frac{V_c \times R_L}{V_{eL}} - R_L$$

V_c : circuit voltage
 V_h : heater voltage
 R_L : load resistance
 V_{eL} : output signal
 R_s : sensor resistance

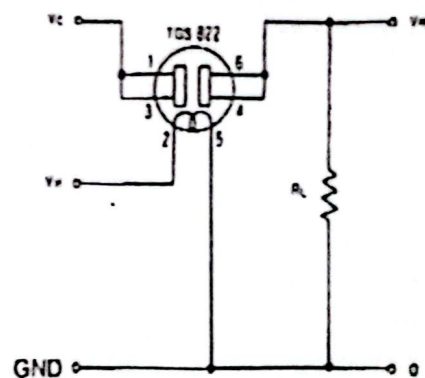


Fig. 2. Basic Measuring Circuit of the TGS 822

Note: The numbers in the figure indicate the six pin numbers, which correspond to the ones in Fig.1(b). Pins 1 & 3 and 4 & 6 are connected internally.

3. Operating Conditions

The operating conditions of the electric circuit for the TGS822 should conform to the ratings listed in Table 1. If not, the standard sensitivity characteristics of the sensor cannot be obtained. Since the power dissipation over the sensing element (P_s) depends upon V_c and R_L , the combination of V_c and R_L should be selected for P_s not to exceed 15mW.

Table 1. Operating Conditions for the TGS 822

Parameter	Symbol	Ratings	Remarks
Circuit voltage	V_c	24V max	AC or DC
Heater voltage	V_h	5V±0.2V	AC or DC
Power dissipation over the sensing element	P_s	15 mW max	$P_s = V_c^2 / R_s / (R_s + R_L)$
Storage temp. range		-30 ~ +70°C	No condensation on the sensor.
Operating temp. range		-10 ~ +40°C	

4. Specifications

The specifications of the TGS 822 are shown in Table II – V and Fig.3.

Table II Electric and sensitivity characteristics

Items	Conditions	Rating
Sensor resistance (R_s)	R_s in 300 ppm ethanol/air	1 K Ω – 10 K Ω *
Change ratio of resistance	R_s in 300 ppm ethanol/air R_s in 50 ppm ethanol/air	0.4 ± 0.1 *
Heater resistance (R_h)	at room temperature	38 $\Omega \pm 3\Omega$
Heater power consumption	$V_s = 5V$	650mW $\pm$ 55mW

* These are obtained under the conditions shown in Table III.

Table III Standard test conditions

Atmospheric conditions	Clean air Temperature: $20 \pm 2^\circ C$ Relative humidity: $65 \pm 5\%$
Circuit conditions	$V_c = 10 \pm 0.1V$ (AC or DC) $V_s = 5 \pm 0.05V$ (AC or DC) $R_L = 10.0K\Omega \pm 1\%$
Conditioning	7 days energizing or more

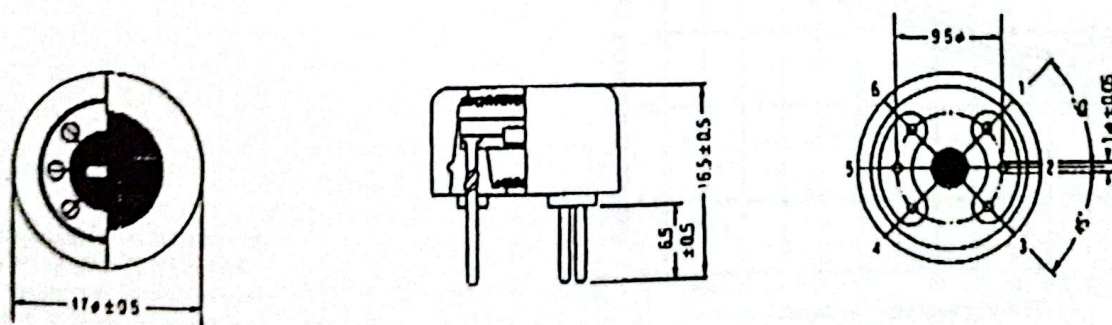
Table IV Mechanical durability

Items	Test conditions	Criterion
Vibration test	Frequency: 1000 cpm Vertical amplitude: 4 mm Duration: 1 hr.	Should maintain the characteristics shown in Table II.
Shock proof test	Acceleration: 100 G Number of impacts: 5	

Table V Material

Sensing element	Tin dioxide (SnO_2) ceramic
Heater coil	Chrome alloy (Diameter: 60 μm)
Lead wire	Gold alloy (Diameter: 80 μm)
Housing	Nylon 66 (UL 94HB)
Pin	Nickel
Flame arrester	Double 100-mesh stainless steel gauze (SUS316)
Weight	ca. 2.6 g

Fig. 3. Dimensions



5. Characteristics

5-1. Sensitivity

Fig.4. shows the sensitivity characteristics of the TGS822 to ethanol vapor and other various gases and vapors. The ordinate is the ratio of sensor resistances measured at various concentrations of gases compared to the sensor resistance at 300ppm ethanol vapor. Reducing gases and vapors make the sensor resistance decrease. The extent of the decrease depends upon not only the concentration but also the kind of gases and vapors. So, the sensor shows different characteristics for each gas or vapor. The TGS822 is highly sensitive to vapors of organic solvents as shown in Fig.4.

R_0 : sensor resistance at 300ppm of ethanol in air.
 R_s : sensor resistance at various concentrations of gases

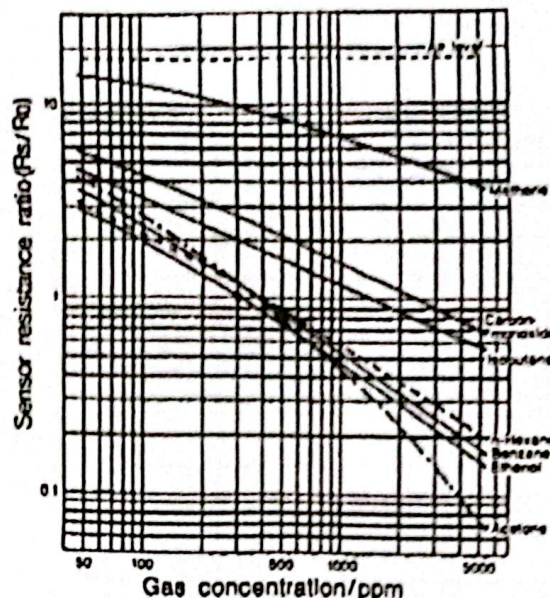


Fig. 4. Sensitivity characteristics of the TGS 822

5-2. Response

Fig.5. shows the response of the TGS822 when the atmosphere changes from clean air to 300ppm ethanol vapor ① and reverts back to clean air ②.

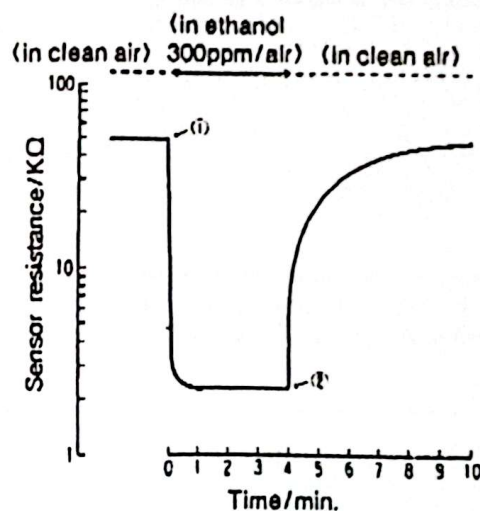


Fig. 5. Response of the TGS 822

5-3. Dependency on Temperature and Humidity

The sensitivity characteristics of the TGS 822 are influenced by atmospheric temperature and humidity. The dependency is shown in Fig.6. The compensation with an electric circuit is required for better accuracy. (Refer to the chapter 6)

R_0 : sensor resistance at 300ppm of ethanol in air at 20°C, 65% R.H.
 R_s : sensor resistance at 300ppm of ethanol at different temperatures and humidities.

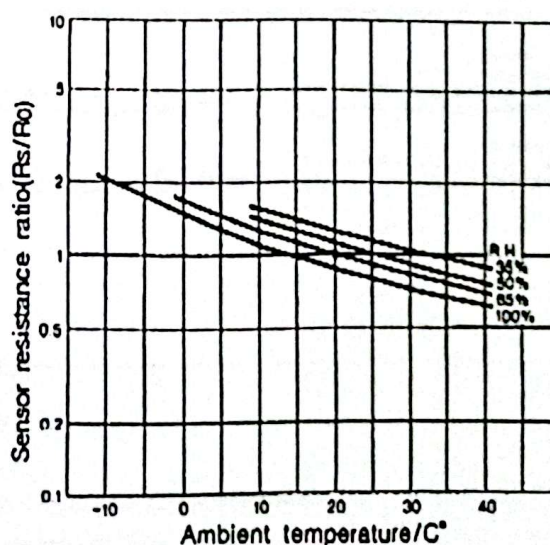


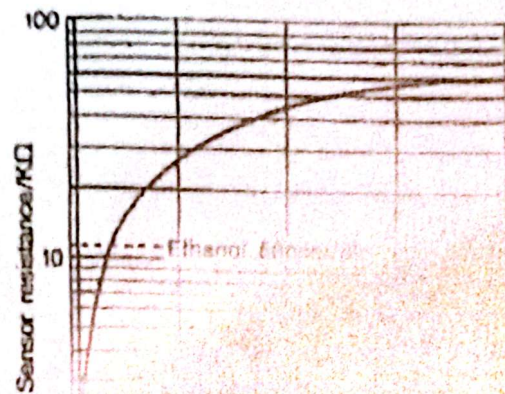
Fig. 6. Dependency on temperature and humidity of the TGS 822

5-4. Initial Action

When the TGS822 is energized after a long storage without energizing, the sensor resistance drops largely in about ten seconds regardless of the presence of gases, and then reaches a stable level according to the ambient atmosphere. Such behavior in the process to warm up a sensor is called "Initial Action".

An example of the initial action in clean air is shown in Fig. 7. The time required until the sensor resistance in air exceeds the resistance in 50ppm ethanol would be just under two minutes. In case the sensor has been stored without energizing for one month. This time is variable depending on atmospheric conditions during the storage of an unenergized sensor, and, generally, increases the longer the storage period is.

This "Initial Action" should be taken into consideration when applying the sensor to an intermittent-operating device like a portable type gas detector, because the device does not work normally during this time period. If necessary, the sensor could be heated up to a certain high temperature for 10~30 seconds to shorten this period before the sensor is operated at a specified sensor temperature. This is termed "heat-cleaning". (Refer to the chapter 6)



5-5. Stability

The sensitivity of the TGS822 is very stable over a long period in continuous operation. In Fig. 8. In the case of continuous operation, the TGS822 requires a certain period after switch on. This initial transitional period depends on a storage period. Excellent stability is one of the most advantageous features of the TGS822.

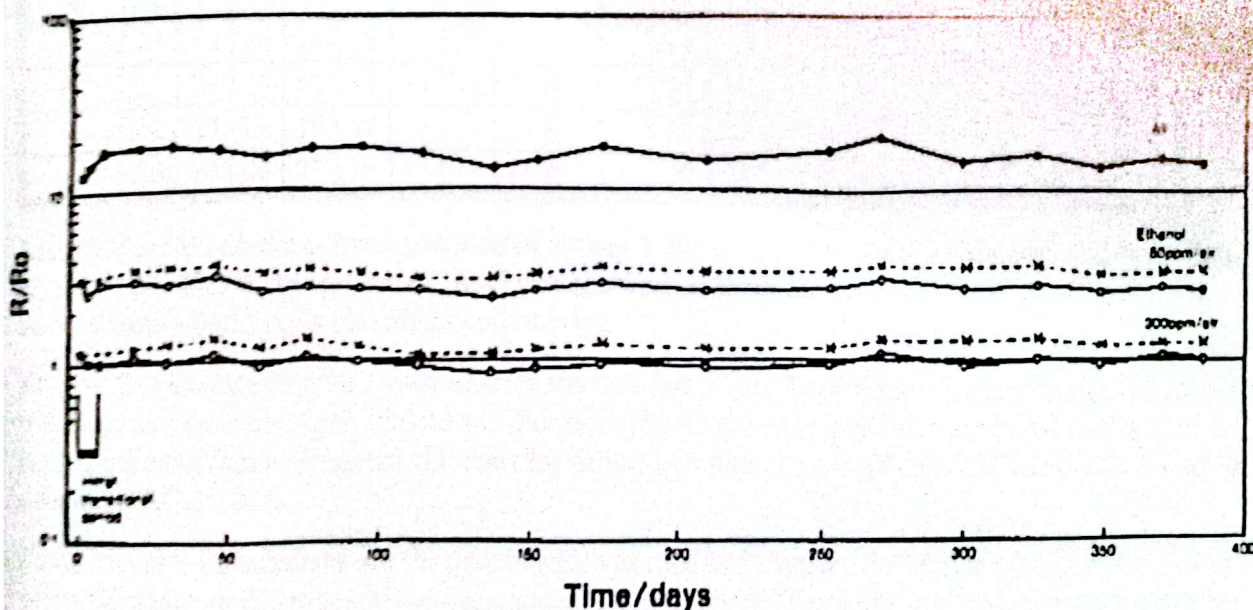


Fig. 8. Stability

Note: The data are normalized by the sensor resistance at 300ppm of ethanol after 7 days energizing.

—●— Energized in natural air, (○) Measured after 1hr energizing in 20°C, 85%R.H.
 ---○--- Unenergized in natural air, x

ALCOHOL CONCENTRATION WORKSHEET

To estimate your own personal limit to avoid future problems related to a drinking and driving violation, you can use the following steps to calculate the maximum number of drinks you can have at any time.

Remember, in order for this limit to be helpful, you must decide what you want to do when you begin drinking. Research has shown clearly that a person who has started drinking has already reached his/her AC level.

Step 1 Determine your weight _____.

Step 2 Using the appropriate AC Chart below, find the column that is closest to your weight. If your weight is between two columns, use the lower weight column. Stay within limits that are legal and low risk.

Estimating Table for Men body weight in pounds																	
Drinks	100	120	140	160	180	200	220	240	Drinks	100	120	140	160	180	200	220	240
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	.05	.04	.03	.03	.03	.02	.02	.02	1	.04	.03	.03	.03	.03	.02	.02	.02
2	.09	.08	.06	.06	.05	.05	.04	.04	2	.07	.06	.05	.05	.05	.04	.04	.04
3	.14	.11	.10	.09	.08	.07	.06	.06	3	.11	.09	.08	.07	.06	.05	.05	.05
4	.18	.15	.13	.11	.10	.09	.08	.08	4	.15	.12	.11	.09	.08	.07	.07	.06
5	.23	.19	.16	.14	.13	.11	.10	.09	5	.19	.16	.13	.12	.10	.09	.08	.07
6	.27	.23	.19	.17	.15	.14	.12	.11	6	.22	.19	.16	.14	.12	.11	.10	.09
7	.32	.27	.23	.20	.18	.16	.14	.13	7	.26	.22	.19	.16	.15	.13	.12	.11
8	.36	.30	.26	.23	.20	.18	.17	.15	8	.30	.25	.21	.19	.17	.15	.14	.12

Step 3 Read down the column you located in Step 2 that is closest to your weight until you find an AC level of .04. This is the highest AC level you can reach without showing significant impairment of body functions and skills that affect your driving.

Step 4 To calculate your AC level subtract the time factor (see Time Factor Table) from the figure on the chart to obtain the approximate AC. For example, for a 160 lb. man who has had 4 drinks in two hours, take the figure .09 (from the chart for males) and subtract .030 (from the Time Factor Table) to obtain an AC of .06%

Body Weight: Calculations are for people with a normal body weight for their height, free of drugs or other affecting medication and neither unusually thin or obese. There are two ways to ensure that your AC level does not impair your ability to drive: (1) pace your drinks at a rate that never results in a cumulative AC level of .04 or greater (2) allow enough time after drinking for the body to eliminate enough alcohol so that the AC level remaining is less than .04 before you drive.

If you choose to drink alcohol, the only low risk method is to pace your drinks so you never reach an AC level which will impair your driving. As stated earlier, judgment is one of the first areas impaired by alcohol and once you have exceeded a .04 AC level it becomes increasingly difficult to accurately assess your level of impairment.

If you drink enough alcohol to go beyond an AC level of .04, the best thing to do is not to drive and find another person to drive you or call a cab. If neither of those options is available, the Time Factor Table below will help you determine when enough alcohol will have been eliminated from your body to reduce your AC level to below .04.

This is extremely important because it is possible for a person who has consumed a large amount of alcohol to stop drinking late at night, sleep for several hours and still have an AC level high enough to significantly impair their driving the next morning. Step 5 Now calculate the maximum number of drinks you can have without reaching an AC level of .04 in

1. Hour _____
2. Hours _____
3. Hours _____
4. Hours _____
5. Hours _____

Time Factor Table							
Hours since first drink							
1	2	3	4	5	6	7	8
Subtract from AC level							
.015	.030	.045	.060	.075	.090	.105	.120

NOTE: Be sure to subtract .015 for each hour after drinking including the first.

1
2
3
4
5

1 2 3 4

All material copyright 1996, Minnesota Institute of Public Health
Please send comments and suggestions

28-694. License suspension if alcohol concentration is 0.10 or more. License suspension if alcohol concentration is 0.04 or more in a commercial vehicle. Hearing. Revocation of suspension after appeal. definition.

(Rpld. 10/1/97.)

A. If a law enforcement officer arrests any person for a violation of ~~section 4-204, paragraph 3A or~~ section 28-692 or 28-697 and the person submits to a blood or breath alcohol test ~~as required by~~ section 28-691, the results of which indicate 0.10 or more alcohol concentration ~~in the person's blood or breath~~ or an alcohol concentration of 0.04 or more in the person's blood or breath ~~if the person was~~ was driving or in actual physical control of a commercial motor vehicle. ~~The officer shall forward to~~ the department a certified report, subject to the penalty for perjury provided in ~~section 4-204, paragraph 3A or~~ section 28-691, stating information relevant to the enforcement action, including ~~information that identifies~~ identifies the arrested person, a statement of the officer's grounds for ~~believing that the person was driving~~ or in actual physical control of a motor vehicle in violation of ~~section 4-204, paragraph 3A or~~ section 28-692, that the person was arrested for a violation of ~~section 4-204, paragraph 3A or~~ section 28-692 or 28-697 and a report of the results of the chemical test ~~which was administered~~. The officer shall make the report required by this section on forms supplied or approved by the department. The officer shall also serve, on behalf of the department, an order of suspension on the person ~~within~~ fifteen days after that date, and shall require the immediate surrender of the person's license or permit, which is issued by this state and is in the possession of the person. If the person's license or permit is not surrendered, the officer shall state the reason for the non-surrender. If the person's license or permit is surrendered, the officer shall issue a temporary permit. The officer shall forward a copy of the completed report and any driver's license or permit to the department. The department shall forward a copy of the report and any driver's license or permit to the division within five days after the issuance of the order of suspension. The order of suspension shall contain information that shall be accompanied by printed forms required by the department. The person shall sign the forms, indicating his desire to appeal the suspension. The person shall also sign the same as required by section 28-691, subsection 2. The person shall sign the person's license or permit to drive or right to apply for a license or permit to drive or right to apply for an operating privilege for not less than ninety consecutive days. The department shall enter the order of suspension on its records on receipt of the report by the officer and a copy of the order of suspension.

B. Notwithstanding subsection A of this section, the department shall suspend the driving privileges of the person for a period of not less than thirty consecutive days and restrict the driving privileges of the person for a period of not less than sixty consecutive additional days to travel between the person's place of employment and residence and during specified periods of time while at employment, to travel between the person's place of residence and his secondary or postsecondary school, according to the person's employment or educational schedule, or to travel between the person's place of residence and a treatment facility for scheduled appointments if the person:

1. Did not cause serious physical injury as defined in section 13-105 to another person during the course of conduct out of which the current action arose.

2. Has not been convicted of a violation of section 28-692 or 28-697 within sixty months of the date of commission of the acts out of which the current action arose. The dates of commission of the acts are the determining factor in applying the sixty month provision.

3. Has not had his privilege to drive suspended pursuant to this section or section 28-691 within sixty months of the date of commission of the acts out of which the current action arose.

C. If the department receives only the report of the results of the blood or breath alcohol test, the results of which indicate 0.10 or more alcohol concentration in the person's blood or breath, or if the results show a blood or breath alcohol concentration of 0.04 or more and the person was driving or in actual physical control of a commercial motor vehicle, it shall notify the person named in the report in writing sent by mail that fifteen days after the date of issuance of the notice the department will suspend the person's license or permit, driving privilege or nonresident driving privilege. The notice shall also state that the department will provide an opportunity for a hearing and administrative review if the person requests a hearing or review in writing and the request is received by the department within fifteen days after the notice is sent.

D. A timely request for a hearing operates to stay the suspension until a hearing is held, except that the department shall not return any surrendered license or permit to the person but may issue temporary permits to drive which expire no later than when the motor vehicle division has made its final decision. If the person is a resident without a license or permit or has an expired license or permit, the department may allow the person to apply for a license or permit. If the department determines the person is otherwise entitled to the license or permit, the department shall issue, but retain, the license or permit, subject to the provisions of this section. All hearings requested under this section shall be conducted in the same manner and under the same conditions as provided in section 28-446, subsection B.

E. The scope of the hearing for the purposes of this section shall include only the issues of whether the officer had reasonable grounds to believe the person was driving or was in actual physical control of a motor vehicle while under the influence of intoxicating liquor, whether the person was placed under arrest for a violation of section 4-244, paragraph 34 or section 28-692 or 28-697, whether a test was taken, the results of which indicated an alcohol concentration of 0.10 or more, or if the results show a blood or breath alcohol concentration of 0.04 or more and the person was driving or in actual physical control of a commercial motor vehicle, at the time the test was administered, whether the testing method used was valid and reliable and whether the test results were accurately evaluated. The results of the test shall be admitted on establishing the requirements listed in section 28-695 or 28-696. If the department determines at the hearing to suspend the affected person's privilege to operate a motor vehicle, the suspension provided in this section is effective fifteen days after giving written notice of the suspension, except that the department may issue or extend a temporary license, which expires on the effective date of the suspension. If the person is a resident without a license or permit or has an expired license or permit to operate a motor vehicle in this state, the department shall deny to the person the issuance of a license or permit for a period of not less than ninety consecutive days.

F. A person may apply for a summary review of an order issued pursuant to this section instead of a hearing at any time before the effective date of the order. The person shall submit the application in writing to any motor vehicle division driver license examining office together with any written explanation as to why the department should not suspend the driving privilege. The agent of the motor vehicle division receiving the notice shall issue an additional driving permit to the person which expires twenty days from the date the request is received. The department shall review all reports submitted by the officer and any written explanation submitted by the person and determine if the order of

suspension should be sustained or cancelled. The department shall not hold a hearing, and the review is not subject to title 41, chapter 6. The department shall notify the person of its decision before the temporary driving permit expires.

G. If the suspension or determination that there should be a denial of issuance is not sustained after a hearing or review, the ruling is not admissible in and does not have any effect on any civil or criminal court proceeding.

H. If it has been determined under the procedures of this section that a nonresident's privilege to operate a motor vehicle in this state has been suspended, the department shall give information in writing of the action taken to the motor vehicle administrator of the state of the person's residence and of any state in which he has a license.

I. In this section "alcohol concentration" means grams of alcohol per one hundred milliliters of blood or grams of alcohol per two hundred ten liters of breath.

J. Until April 1, 1991, a suspension order pursuant to this section shall terminate and a license or privilege shall be renewed or restored, if the department is notified that the person charged with a violation of section 28-692, subsection A, paragraph 1 or subsection A, paragraph 2, was not involved in an accident and is found not guilty of both charges, or if both charges are dismissed by the court.

* [Click here to return to the A.L.I.S. Home Page.](#)

Specifications and Applications Information

QUAD LOW POWER OPERATIONAL AMPLIFIERS

The LM124 Series are low-cost, quad operational amplifiers with true differential inputs. These have several distinct advantages over standard operational amplifier types in single supply applications. The quad amplifier can operate at supply voltages as low as 3.0 Volts or as high as 32 Volts with quiescent currents about one-third of those associated with the MC1741 (on a per amplifier basis). The common mode input range includes the negative supply, thereby eliminating the necessity for external biasing components in many applications. The output voltage range also includes the negative power supply voltage.

- Short Circuit Protected Outputs
- True Differential Input Stage
- Single Supply Operation: 3.0 to 32 Volts
- Low Input Bias Currents: 250 nA Max
- Four Amplifiers Per Package
- Internally Compensated
- Common Mode Range Extends to Negative Supply
- Industry Standard Pinouts

MAXIMUM RATINGS ($T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

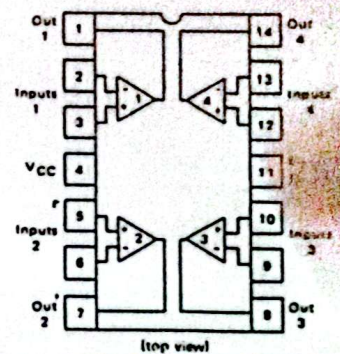
Rating	Symbol	LM124 LM224 LM324	LM2902	Unit
Power Supply Voltages Single Supply Split Supplies	V_{CC} V_{CC}, V_{EE}	32 ± 16	26 ± 13	Vdc
Input Differential Voltage Range (1)	V_{IDR}	± 32	± 26	Vdc
Input Common Mode Voltage Range (2)	V_{ICR}	-0.3 to 32	-0.3 to 26	Vdc
Input Forward Current (3) ($V_I < -0.3\text{ V}$)	I_{IF}	50	—	mA
Output Short Circuit Duration	t_S	Continuous		
Junction Temperature	T_J	175		$^\circ\text{C}$
Ceramic and Metal Packages Plastic Package		150		
Storage Temperature Range	T_{stg}	-65 to +150		$^\circ\text{C}$
Ceramic and Metal Packages Plastic Package		-55 to +125		
Operating Ambient Temperature Range	T_A	-55 to +125	—	$^\circ\text{C}$
LM124		-25 to +85	—	
LM224		0 to +70	—	
LM324		—	-40 to +85	
LM2902		—	—	

- (1) Split Power Supplies.
(2) For Supply Voltages less than 32 V for the LM124/224/324 and 26 V for the LM2902, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.
(3) This input current will only exist when the voltage is negative at any of the input leads. Normal output states will reestablish when the input voltage returns to a voltage greater than -0.3 V.

LM124, LM224
LM324

W. S. S. S. S.
PLASTIC PACKAGE
CASE 644
(LM124, LM224, LM324)

PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

Device	Temperature Range	Package
LM124J	-55 to +125 $^\circ\text{C}$	Ceramic DIP
LM2902J	-40 to +85 $^\circ\text{C}$	Ceramic DIP
LM2902N	-40 to +85 $^\circ\text{C}$	Plastic DIP
LM224J	-25 to +85 $^\circ\text{C}$	Ceramic DIP
LM224N	-25 to +85 $^\circ\text{C}$	Plastic DIP
LM324J	0 to +70 $^\circ\text{C}$	Ceramic DIP
LM324N	0 to +70 $^\circ\text{C}$	Plastic DIP

LM124, LM224, LM324, LM2902

Electrical Characteristics (V_{CC} = 5.0 V, V_{EE} = 0 V, T_A = 25°C unless otherwise noted)

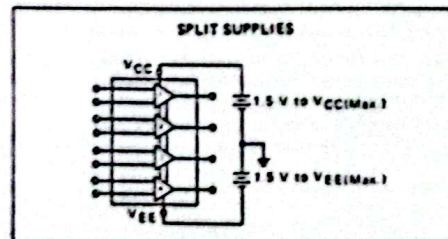
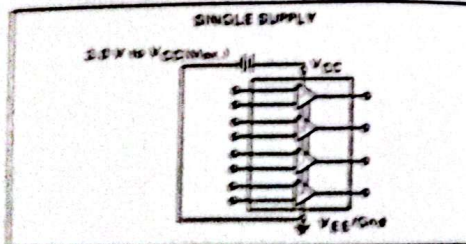
Characteristic	Symbol	LM124, LM224			LM324			LM2902			Units
		Abs	Typ	Max	Min	Typ	Max	Abs	Typ	Max	
Input Offset Voltage V _{OS} = 0.01 V to 30 V (for LM2902) V _{OS} = 0.01 V to 30 V (for LM224, LM324) T _A = 25°C T _A = T _{high} to T _{low} (Note 1)	V _{IO}	—	1.0	6.0	—	1.0	1.0	—	1.0	1.0	mV
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage T _A = T _{high} to T _{low} (Note 1)	ΔV _{IO} /ΔT	—	1.0	—	—	1.0	—	—	1.0	—	μV/°C
Input Offset Current T _A = T _{high} to T _{low} (Note 1)	I _{IO}	—	3.0	30	—	5.0	50	—	5.0	50	nA
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current T _A = T _{high} to T _{low} (Note 1)	ΔI _{IO} /ΔT	—	10	—	—	10	—	—	10	—	pA/°C
Input Bias Current T _A = T _{high} to T _{low} (Note 1)	I _{IB}	—	—45	—150	—	—45	—250	—	—45	—250	nA
Input Common-Mode Voltage Range (Note 2) V _{OS} = 30 V (for LM2902) V _{OS} = 30 V (for LM224, LM324) T _A = T _{high} to T _{low}	V _{ICR}	0	—	28.3	0	—	28.3	0	—	28.3	V
Common-Mode Voltage Range V _{OS} = 30 V (for LM2902) V _{OS} = 30 V (for LM224, LM324) T _A = T _{high} to T _{low} (Note 1)	V _{ICR}	—	—	V _{CC}	—	—	V _{CC}	—	—	V _{CC}	V
Large-Signal Common-Mode Voltage Gain R _L = 50 kΩ, V _{OS} = 15 V, R _{in} Large N _D Swing T _A = T _{high} to T _{low} (Note 1)	A _{VOL}	50	100	—	25	100	—	100	—	—	V/mV
Common-Mode Rejection Ratio V _{OS} = 10 mV, T _A = 25°C, Input Referenced	CMRR	70	85	—	65	70	—	60	70	—	dB
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	65	100	—	65	100	—	50	100	—	dB
Output Voltage Range V _{OS} = 0.01 V to 30 V (for LM2902) V _{OS} = 0.01 V to 30 V (for LM224, LM324) T _A = T _{high} to T _{low} (Note 1)	V _{OH}	0	—	3.3	0	—	3.3	0	—	3.3	V
Output Voltage—High Limit (T _A = T _{high} to T _{low}) (Note 1) V _{OS} = 30 V (for LM2902), R _L = 2 kΩ V _{OS} = 30 V (for LM224, LM324), R _L = 10 kΩ	V _{OH}	26	—	26	—	—	22	—	—	—	V
Output Voltage—Low Limit V _{OS} = 0.01 V, R _L = 10 kΩ, T _A = T _{high} to T _{low} (Note 1)	V _{OL}	—	5.0	20	—	5.0	20	—	5.0	100	mV
Output Source Current (I _{OS} = 0.1 mA, V _{OS} = 15 V) T _A = 25°C T _A = T _{high} to T _{low} (Note 1)	I _{OS}	20	40	—	20	40	—	20	40	—	mA
Output Sink Current V _{OS} = -0.1 V, V _{OS} = 15 V T _A = 25°C T _A = T _{high} to T _{low} (Note 1)	I _{OS}	10	20	—	10	20	—	10	20	—	mA
Output Short-Circuit to Ground (Note 2) V _{OS} = 0.01 V (for LM2902), V _{OS} = 0 V, R _L = 0 V _{OS} = 0 V, R _L = 0 (for LM224, LM324)	I _{SC}	—	40	60	—	40	60	—	40	60	mA
Power Supply Current (I _{OS} = 0.1 mA, V _{OS} = 15 V, R _L = 0) V _{OS} = 0.01 V (for LM2902), V _{OS} = 0 V, R _L = 0 V _{OS} = 0 V, R _L = 0 (for LM224, LM324)	I _{CC}	—	1.5	3.0	—	1.5	3.0	—	1.5	3.0	mA

NOTES

- (1) T_{high} = +25°C for LM124, T_{high} = +125°C for LM224, T_{high} = +150°C for LM2902, and LM324; T_{low} = -25°C for LM224, -55°C for LM2902, and -75°C for LM324.
- (2) The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than

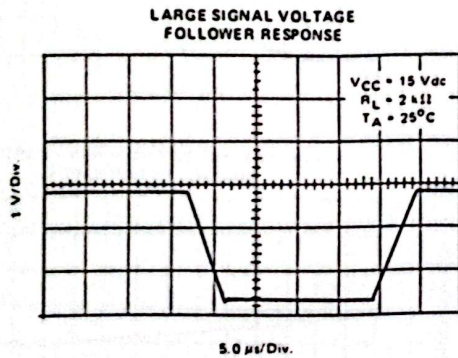
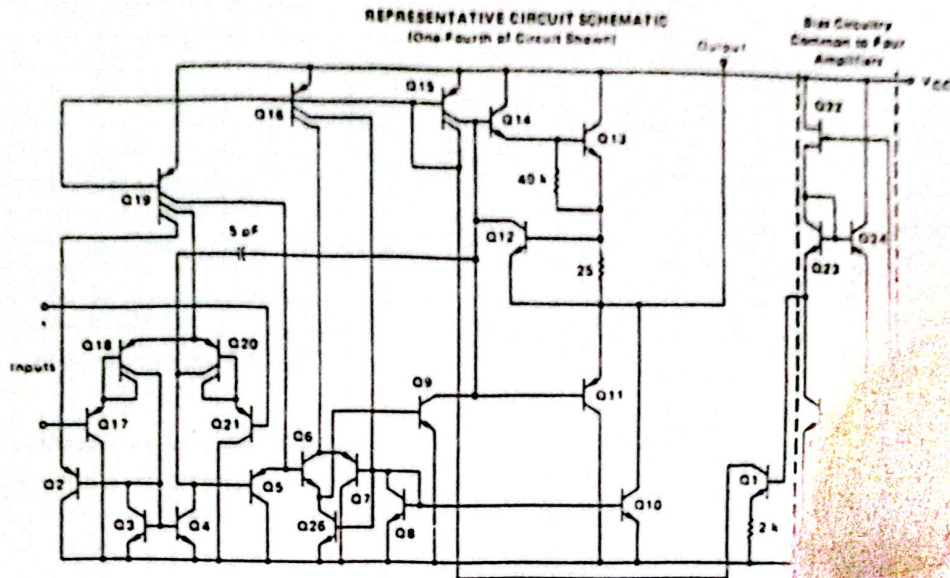
0.3 V. The upper end of the common-mode voltage range is V_{CC} - 1.7 V, but either or both inputs can go to +32 V without damage (+26 V for LM2902).

- (3) Short circuits from the output to V_{CC} can cause excessive heating and eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.



LM124, LM224, LM324, LM2902

3



CIRCUIT DESCRIPTION

The LM124 Series is made using four internally compensated, two-stage operational amplifiers. The first stage of each consists of differential input devices Q20 and Q18 with input buffer transistors Q21 and Q17 and the differential to single ended converter Q3 and Q4. The first stage performs not only the first stage gain function but also performs the level shifting and transconductance reduction functions. By reducing the transconductance a smaller compensation capacitor (only 5 pF) can be employed, thus saving chip area. The transconductance reduction is accomplished by splitting the collectors of Q20 and Q18. Another feature of this input stage is that the input common-mode range can include the negative supply or ground, in single supply operation, without saturating either the input devices or the differential to single ended converter. The second stage consists of a standard current source load amplifier stage.

Each amplifier is biased from an internal-voltage regulator which has a low temperature coefficient thus giving each amplifier good temperature characteristics as well as excellent power supply rejection.

TYPICAL PERFORMANCE CURVES

FIGURE 1 - INPUT VOLTAGE RANGE

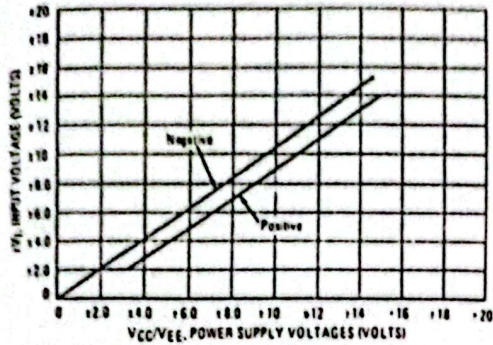
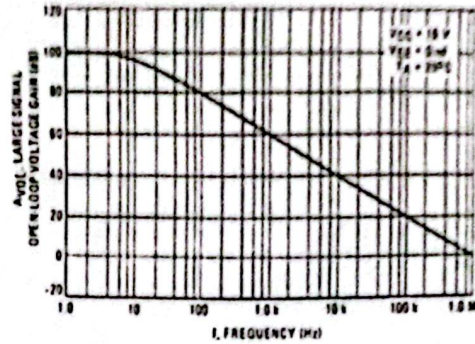


FIGURE 2 - OPEN LOOP FREQUENCY



3

FIGURE 3 - LARGE SIGNAL FREQUENCY RESPONSE

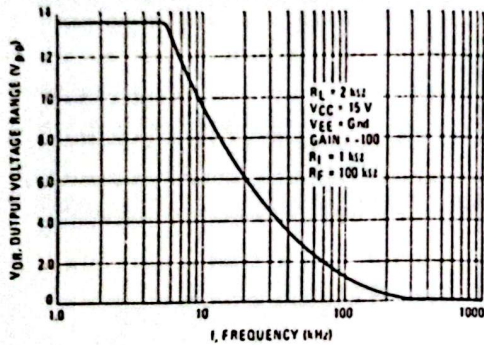


FIGURE 4 - SMALL-SIGNAL VOLTAGE FOLLOWER PULSE RESPONSE (Non-Inverting)

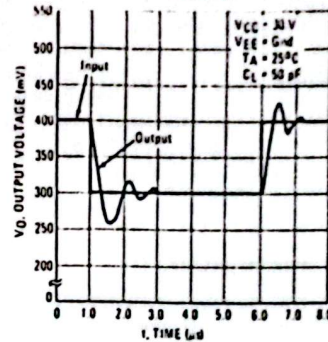


FIGURE 5 - POWER SUPPLY CURRENT versus POWER SUPPLY VOLTAGE

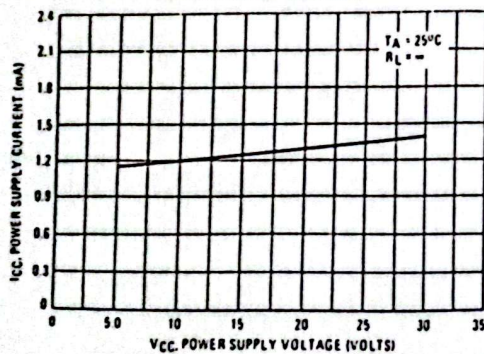
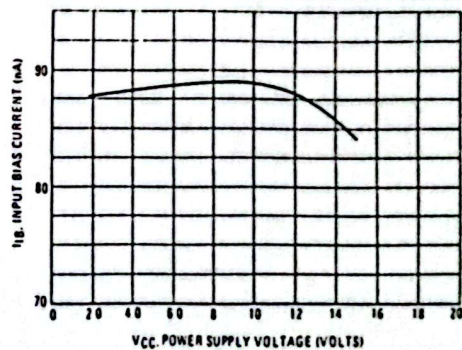


FIGURE 6 - INPUT BIAS CURRENT versus SUPPLY VOLTAGE





**National
Semiconductor**

Voltage Comparators

LM193/LM293/LM393, LM193A/LM293A/LM393A, LM2903

Low Power Low Offset Voltage Dual Comparators

General Description

The LM193 series consists of two independent precision voltage comparators with an offset voltage specification as low as 2.0 mV max for two comparators which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage. These comparators also have a unique characteristic in that the input common-mode voltage range includes ground, even though operated from a single power supply voltage.

Application areas include limit comparators, simple analog to digital converters; pulse, squarewave and time delay generators; wide range VCO; MOS clock timers; multivibrators and high voltage digital logic gates. The LM193 series was designed to directly interface with TTL and CMOS. When operated from both plus and minus power supplies, the LM193 series will directly interface with MOS logic where their low power drain is a distinct advantage over standard comparators.

- Eliminates need for dual supplies
- Allows sensing near ground
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

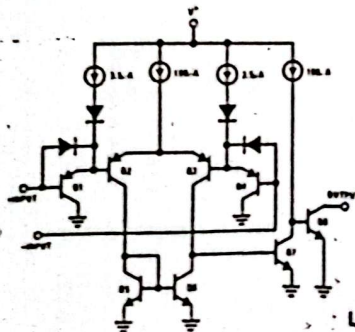
Features

- Wide single supply Voltage range
2.0 V_{DC} to 36 V_{DC}
or dual supplies ± 1.0 V_{DC} to ± 18 V_{DC}
- Very low supply current drain (0.8 mA)—independent of supply voltage (1.0 mW/comparator at 5.0 V_{DC})
- Low input biasing current 25 nA
- Low input offset current ± 5 nA
and maximum offset voltage ± 3 mV
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Low output saturation voltage 250 mV at 4 mA
- Output voltage compatible with TTL, DTL, MOS and CMOS logic systems

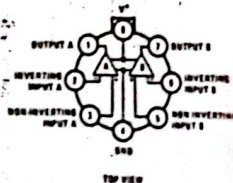
Advantages

- High precision comparators
- Reduced V_{OS} drift over temperature

Schematic and Connection Diagrams



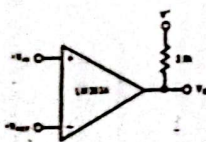
Metal Can Package



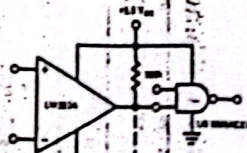
TOP VIEW

Order Number LM193H, LM193AH,
LM293H, LM293AH, LM393H or LM393AH
See NS Package H08C

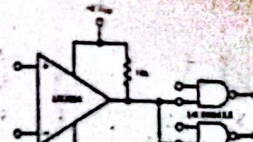
Typical Applications (V₊ = 5.0 V_{DC})



Basic Comparator



Driving CMOS



Driving TTL

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM2903

LM193/LM293/LM393, LM193A/LM293A/LM393A, LM2903

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage, V^+	36 VDC or ± 18 VDC
Differential Input Voltage	35 VDC
Input Voltage	-0.3 VDC to +35 VDC
Power Dissipation (Note 1)	570 mW
Molded DIP	830 mW
Metal Can	Continuous
Output Short Circuit to Ground, (Note 2)	50 mA
Input Current ($V_{IN} < -0.3$ VDC), (Note 3)	
Operating Temperature Range	0°C to +70°C
LM393/LM293A	-25°C to +85°C
LM293/LM293A	-55°C to +125°C
LM193/LM193A	-40°C to +85°C
LM2903	-65°C to +150°C
Storage Temperature Range	300°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	

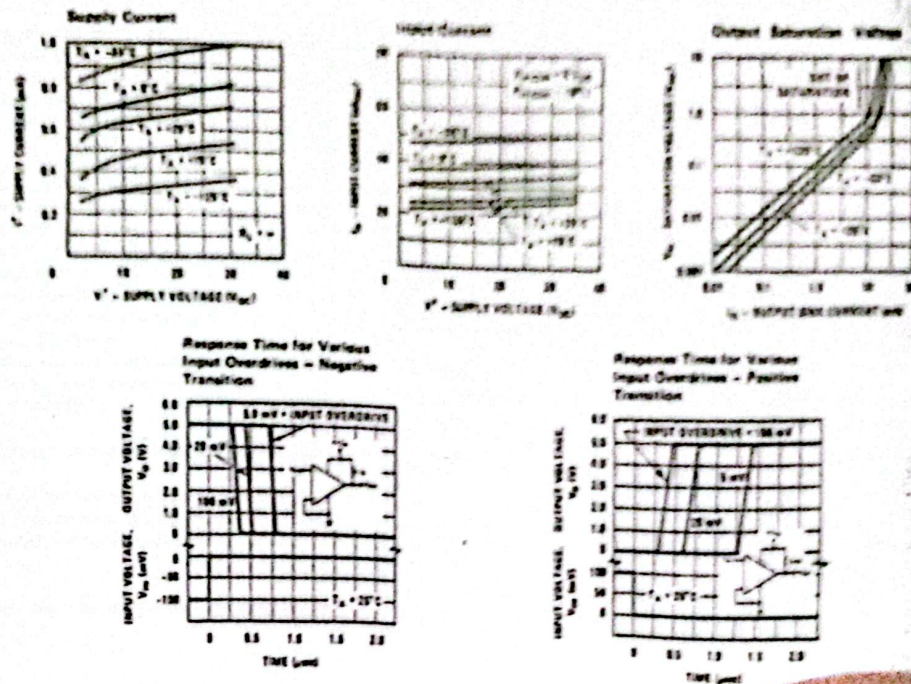
Electrical Characteristics ($V^+ = 5$ VDC) (Note 4)

PARAMETER	CONDITIONS	LM193A			LM293A, LM293A			LM193			LM293			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$, (Note 5)	11.0	12.0		11.0	12.0		11.0	15.0		12.0	12.0		mVDC
Input Bias Current	I_{IN+} or I_{IN-} with Output in Linear Range, $T_A = 25^\circ\text{C}$, (Note 5)	25	100		25	250		25	100		25	250		nADC
Input Offset Current	$I_{IN+} - I_{IN-}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	13.0	125		15.0	150		13.0	125		15.0	150		nADC
Input Common Mode Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$, (Note 6)	0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		VDC
Supply Current	$R_L = \infty$ on All Comparators, $T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_L = \infty$ on All Amps, $V^+ = 30$ VDC	0.4	1		0.4	1		0.4	1		0.4	1		nADC
Voltage Gain	$R_L \geq 15$ k Ω , $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V^+ = 15$ VDC (To Support Large V_O Swing)	1	2.5		1	2.5		1	2.5		1	2.5		mADC
Large Signal Response Time	$V_{IN} = \text{TTL Logic Swing}$, $V_{REF} = 1.4$ VDC $V_{RL} = 5$ VDC, $R_L = 5.1$ k Ω , $T_A = 25^\circ\text{C}$	200			200			200			200			V/msec
Response Time	$V_{RL} = 5$ VDC, $R_L = 5.1$ k Ω , $T_A = 25^\circ\text{C}$, (Note 7)	1.3			1.3			1.3			1.3			ms
Output Sink Current	$V_{IN} \geq 1$ VDC, $V_{IN+} = 0$, $V_O \leq 1.5$ VDC, $T_A = 25^\circ\text{C}$	6.0	16		6.0	16		6.0	16		6	16		mADC
Saturation Voltage	$V_{IN} \geq 1$ VDC, $V_{IN+} = 0$, $I_{SINK} \leq 4$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$	250	400		250	400		250	400		250	400		mVDC
Output Leakage Current	$V_{IN} = 0$, $V_{IN+} \geq 1$ VDC, $V_O = 8$ VDC, $T_A = 25^\circ\text{C}$	0.1			0.1			0.1			0.1			nADC

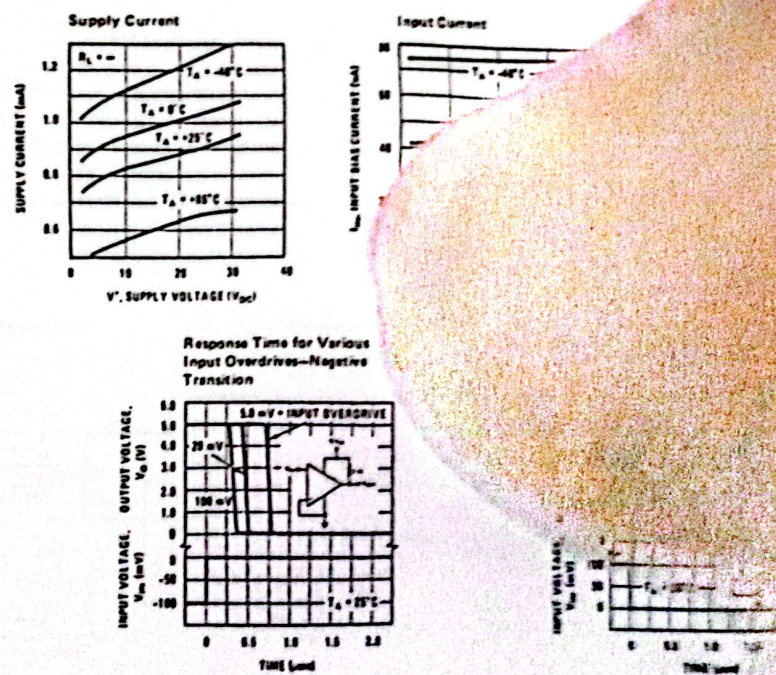
LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM2903

Typical Performance Characteristics

LM193/LM293/LM393, LM193A/LM293A/LM393A



Typical Performance Characteristics LM2903



Application Hints

The LM193 series are high gain, wide bandwidth devices which, like most op-amp's, can easily oscillate if the output load is inductively allowed to reactively couple to the inputs via stray capacitance. This shows up only during the output voltage transition intervals as the common-mode changes occur. Power supply bypassing is not required to solve this problem. Standard PC board layout is helpful as it reduces the input-output coupling. Reducing the input resistors to $< 10 \text{ k}\Omega$ reduces the feedback signal level and finally, adding even a small amount (1.0 to 10 mV) of positive feedback (hysteresis) causes such a rapid transition that oscillations due to stray feedback are not possible. Simply isolating the IC and attaching resistors to the pins will cause input-output oscillations during the small transition intervals unless hysteresis is used. If the input signal is a pulse waveform, with relatively fast rise and fall times, hysteresis is not required.

All pins of any unused comparators should be grounded.

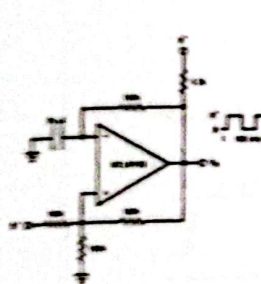
The bias network of the LM193 series establishes a drain current which is independent of the magnitude of the power supply voltage over the range of from $2.0 \text{ V}_{\text{DC}}$ to 30 V_{DC} .

It is usually unnecessary to use a bypass capacitor across the power supply line.

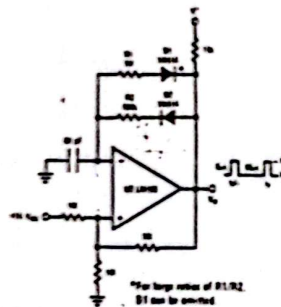
The differential input voltage may be larger than V^+ without damaging the device (see Note 8). Protection should be provided to prevent the input voltages from going negative more than $-0.5 \text{ V}_{\text{DC}}$ (at 25°C). An input clamp diode can be used as shown in the applications section.

The output of the LM193 series is the uncommitted collector of a grounded emitter NPN output transistor. Many collectors can be tied together to provide an output OR'ing function. An output pull-up resistor can be connected to any available power supply voltage within the permitted supply voltage range and there is no restriction on this voltage due to the magnitude of the voltage which is applied to the V^+ terminal of the LM193 package. The output can also be used as a simple SPST switch to ground (when a pull-up resistor is not used). The amount of current which the output device can sink is limited by the drive available (which is independent of V^+) and the β of this device. When the maximum current limit is reached (approximately 16 mA), the output transistor will come out of saturation and the output voltage will rise very rapidly. The output saturation voltage is limited by the approximately 60Ω r_{SAT} of the output transistor. The low offset voltage of the output transistor (10 mV) allows the output to clamp essentially to ground level for small load currents.

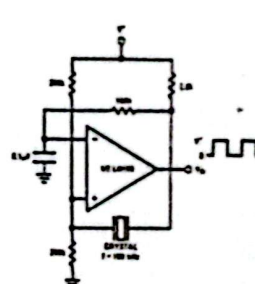
Typical Applications (Continued) ($V^+ = 15 \text{ V}_{\text{DC}}$)



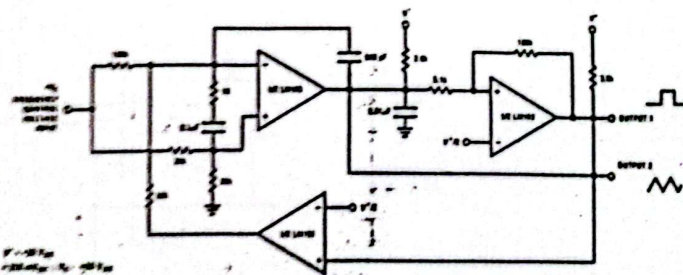
Sawtooth Oscillator



Pulse Generator



Crystal Controlled Oscillator

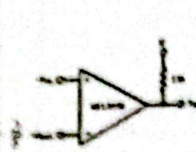


Two-Diode High-Frequency VCO

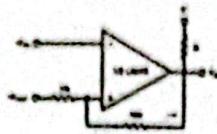
LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM2903

5

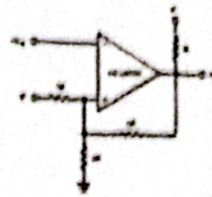
Typical Applications (Continued) ($V^+ = 15\text{ V}_{DC}$)



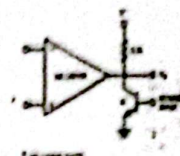
Basic Comparator



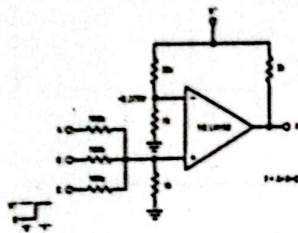
Non-Inverting Comparator with Hysteresis



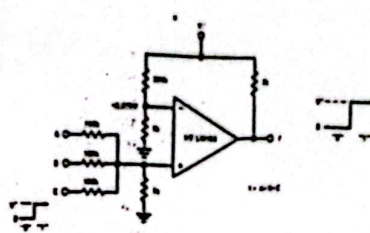
Inverting Comparator with Hysteresis



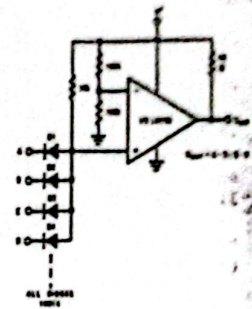
Output Strobbing



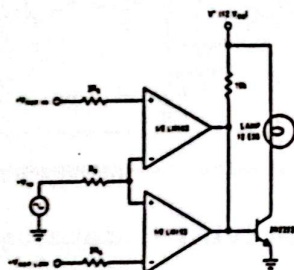
AND Gate



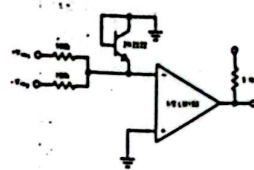
OR Gate



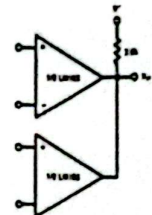
Large Fan-In AND Gate



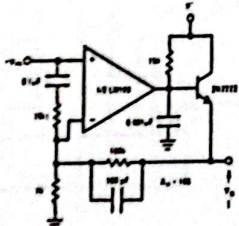
Limit Comparator



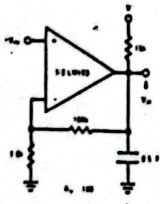
Comparing Input Voltages of Opposite Polarity



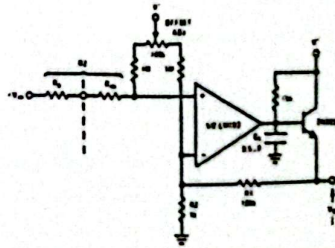
ORing the Outputs



Improved Op Amp

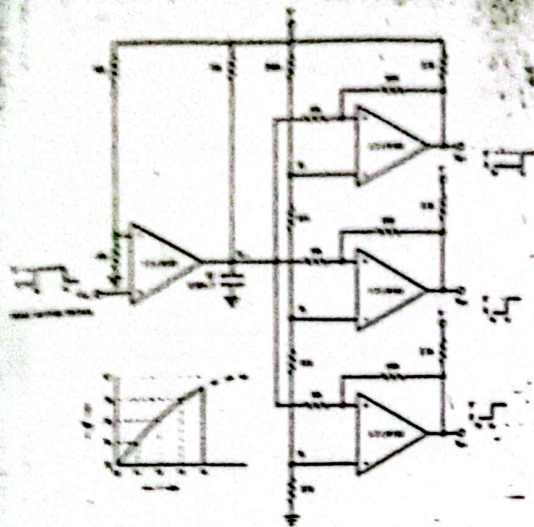


Low Frequency Op Amp

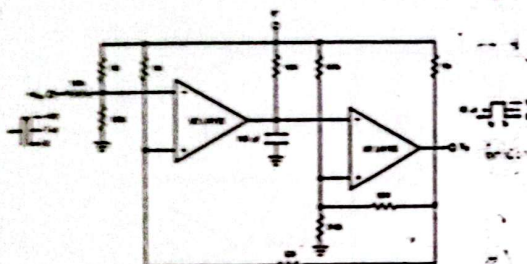


Low Frequency Op Amp with Offset Adjust

Local Applications (continued) (V_{CC} = 15 V_{DC})

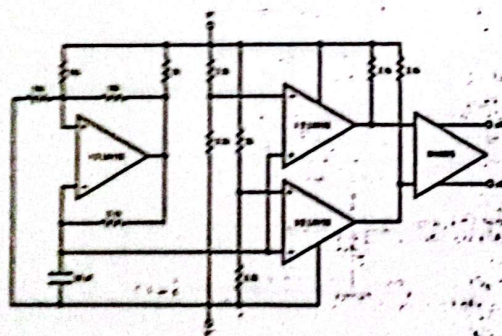


Time Delay Generator

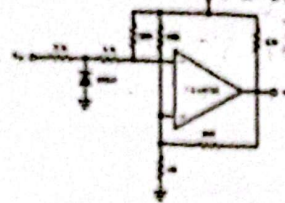


One-Shot Multivibrator with Input Lock Out

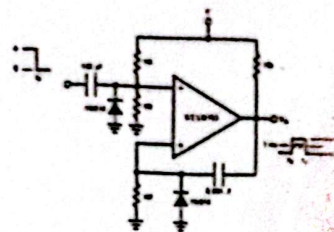
Split-Supply Applications (V⁺ = +15 V_{DC} and V⁻ = -15 V_{DC})



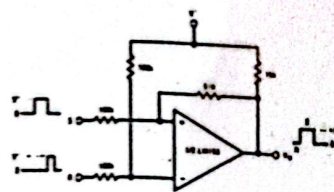
MOS Clock Driver



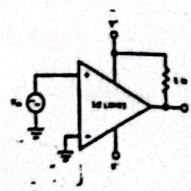
Zero Crossing Detector (Single Power Supply)



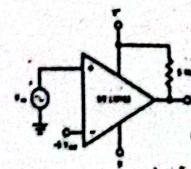
One-Shot Multivibrator



Bi-Stable Multivibrator



Zero Crossing Detector



Comparator With a Negative Reference

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

LM193/LM293/LM393,
LM193A/LM293A/LM393A, LM293

APPLICATIONS INFORMATION

FIGURE 7 - VOLTAGE REFERENCE

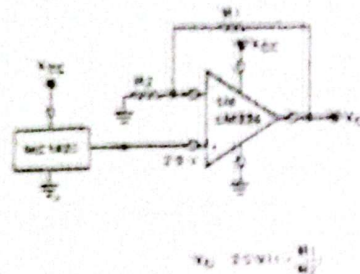


FIGURE 8 - VOLTAGE DIVIDER

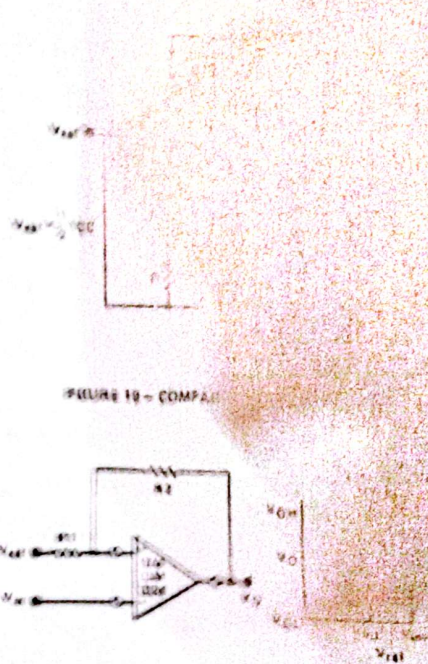


FIGURE 9 - HIGH IMPEDANCE DIFFERENTIAL AMPLIFIER

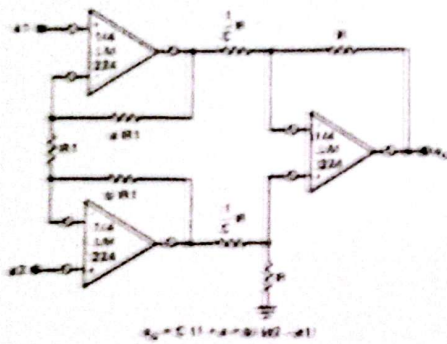


FIGURE 10 - COMPARATOR

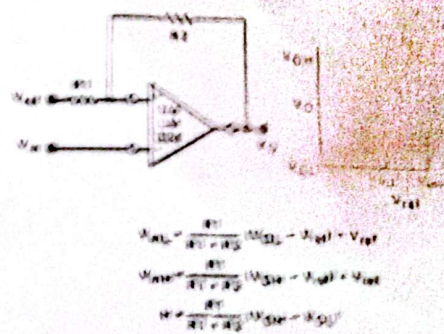
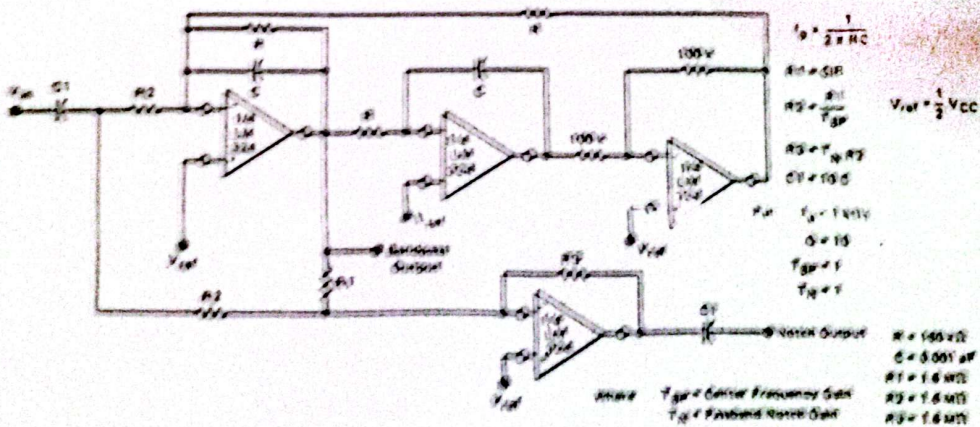


FIGURE 11 - BUILDING FILTER



APPLICATIONS INFORMATION (continued)

FIGURE 12 - FUNCTION GENERATOR

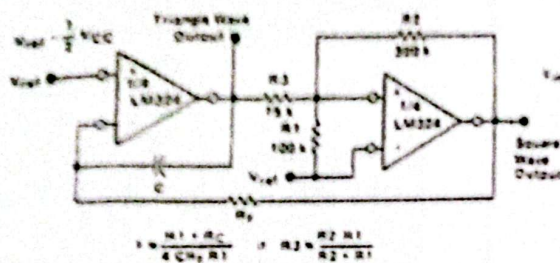
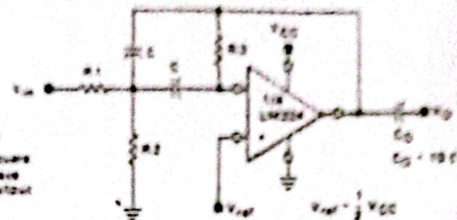


FIGURE 13 - MULTIPLE FEEDBACK BANDPASS FILTER



Given f_0 = Center Frequency
 $A(f_0)$ = Gain at Center Frequency

Choose Value f_0 , C
 Then

$$R_2 = \frac{Q}{\pi f_0 C}$$

$$R_1 = \frac{R_2}{2 A(f_0)}$$

$$R_2 = \frac{R_1 R_3}{4 Q^2 R_1 - R_3}$$

± or less than 10% error from operational amplifier

$$\frac{Q_0 f_0}{BW} < 0.1 \quad \text{Where } f_0 \text{ and } BW \text{ are expressed in Hz.}$$

If source impedance varies, filter may be preceded with voltage follower buffer to stabilize filter parameters.

IC TTL

54/74 (LS)00...03

00 Gerbang NAND 2-jalanmasuk berempat

03 Dengan jalankeluar kolektor terbuka

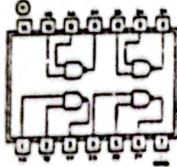
26 Dengan jalankeluar kolektor terbuka (15 V)

37 $Fan-out = 3 \times fan-out$ standar

38 Dengan jalankeluar kolektor terbuka

$fan-out = 3 \times fan-out$ standar

$$Y = \overline{A \cdot B}$$



	supply curr. (mA)	t_{PLH} (ns)	t_{PHL} (ns)
00	8	11	7
LS 00	1,6	9	10
03	8	35	8
LS 03	1,6	17	15
26	8	16	11
LS 26	1,6	17	15
37	21	13	8
LS 37	3,4	12	12
38	20	14	11
LS 38	3,4	20	18