

**SISTEM PENGENDALI GAS KARBON MONOKSIDA
BERBASIS MIKROKONTROLLER 80C31**



TUGAS AKHIR

Disusun oleh

Nama Mahasiswa : Wayananto

Nomor Pokok : 011910022

Nirm : 9132066710250021

**JARUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

SERPONG

1997

HALAMAN PENGESAHAN

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

SISTEM PENGENDALI GAS KARBON MONOKSIDA BERBASIS MIKROKONTROLER 80C31

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Nama mahasiswa : Wayannanto

Nomor Pokok : 011910022

NIRM : 913206710250021

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi
persyaratan kurikulum sarjana strata satu (S1)
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Indonesia

Serpong, 21 Oktober 1997

Disetujui



Ir. Suhedi
dosen pembimbing

Disetujui



Dipl. Ing. TH.H. Lumban Toruan
Kepala jurusan



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan atas anugerah dan pertolongannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

tugas akhir ini berjudul:

SISTEM PENGENDALI GAS KARBON MONOKSIDA

BERBASIS MIKROKONTROLER 80C31

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Indonesia.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk ini pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

- Bapak Ir. Suhedi, sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya dalam memberikan bimbingan dan petunjuk.
- Ibu DR.Ir. Fatimah Z.Padmadinata, sebagai koordinator tugas akhir jurusan Teknik Elektro, fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Indonesia.

- Rekan - rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan persatu

Penulis menyadari dalam pembuatan dan penulisan tugas akhir ini masih ada kekurangan. untuk itu dengan senang hati penulis menerima kritik, masukan dan saran demi kesempurnaan tugas ini.

Serpong, September 1995
penulis

Wayananto
011910022

ABSTRAK

Tugas akhir ini menjelaskan mengenai rancangan dan cara kerja suatu alat sistem pengendalian gas karbon monoksida yang digunakan untuk mengendalikan kadar gas karbon monoksida didalam pabrik yang berasal dari asap mesin - mesin pabrik.

Sistem pengendali gas Co ini terdiri dari sensor gas CO , gas oksigen , fan (kipas) dan sebuah rangkaian penyimpanan data berbasis mikrokontroller 8031 .rangkaiian penyimpanan data dengan EPROM 8 kbyte. Data analog dari sensor yang telah dikuatkan terlebih dahulu di konversi ke bentuk digital melalui ADC 0809 dengan data 8 bit .

Sistem pengendali gas CO ini dapat digunakan didalam ruangan pabrik - pabrik dimana terdapat asap buangan dari mesin - mesin pabrik, Sehingga asap dari pembakaran tersebut tidak berbahaya bagi pekerja dalam pabrik tersebut.

DAFTAR ISI

Halaman

Kata pengantar	i
Daftar isi	iii
Daftar Gambar	iv
Daftar Lampiran	v
Bab 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Sistematika penulisan	2
Bab 11. TEORI PENUNJANG	4
II. Mikrokontroler 80C31	4
II.1. Konfigurasi Pin	5
II.2. Organisasi Memori	7
II.2.1. Memori Program	7
II.2.2. Memori data	8
II.2.3 Timer dan Counter	11
II.2.4. Sistem Interup	11
II.2.5. instruksi pengalamatan	12
II.2.6 Register Kontrol	15
II.2.7. Instruksi - instruksi pada Mikrokontroler 8031	16
2.2. Analog To Digital Converter	19
2.3. Sistem Sensor Gas CO	21

2.3.1. Sistem Sensor	21
2.3.2. Karakteristik Sensor	21
2.3.3. Dasar pengukuran rangkaian	22
2.3.4. Karakteristik dan sensitivitas	22
BAB III. PERANCANGAN PERANGKAT KERAS.....	26
III.1. Uraian Umum	26
III.2. Rangkaian Mikrokontroler	27
III.2.1. Rangkaian Clock	28
III.2.2. Rangkaian Reset	28
III.3. Rangkaian Latch	30
III.3. Rangkaian Peraga Tujuh Segmen.....	30
III.4. Relay	31
III.5 Analog To Digital Converter	32
III.6. Perangkat Lunak	32
 BAB IV. PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA	 33
 KESIMPULAN.....	 34
DAFTAR PUSTAKA.....	35

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1.....	6
Konfigurasi Pin MCS-51	
- Gambar 2.2	9
Isi PSW	
- Gambar 2.2.1.	9
Rangkaian ADC 0809	
- Gambar 2.3.1.....	22
Rangkaian sensor TGS 822	
- Gambar 2.3.2.....	25
Rasio resistansi berbanding konsentrasi gas	
- Gambar 3.1.....	26
Blok Diagram Sistem Pengendali gas CO	
- Gambar 3.2.....	27
Blok Diagram Rangkaian Mikrokontroler 8031	
- Gambar 3.3.....	28
Rangkaian <i>Clock</i>	
- Gambar 3.4.....	29
Rangkaian <i>Reset</i>	
- Gambar 3.5.....	30
Rangkaian Latch dan EPROM	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu masalah yang mempengaruhi kehidupan manusia secara langsung. Dewasa ini sejalan dengan pesatnya pembangunan yang sedang dilakukan oleh pemerintah seperti disektor industri dan transportasi . Pembahasan disini lebih di fokuskan pada sistem pengendali gas karbon monoksida (CO) yang berasal dari asap - asap mesin di dalam pabrik. Karbon monoksida merupakan gas beracun yang tidak dapat dirasakan oleh indera manusia, tidak berbau dan tidak berwarna di mana gas CO ini dalam konsentrasi tertentu dapat menyebabkan kematian pada manusia yang menghirupnya

1.2. TUJUAN TUGAS AKHIR

Merancang suatu sistem pengendali gas karbon monoksida yang berbasis mikrokontroller 8031 dengan tujuan untuk mengurangi kadar gas CO tersebut . Sistem pengatur kadar gas CO dengan menggunakan gas oksigen dan sebuah exaupan .

1.3. Pembatasan Masalah

Peralatan yang di buat mencakup masalah perangkat keras dan perangkat lunak. Sistem perangkat kerasnya meliputi rangkaian mikrokontroler 8031, rangkaian Analog to Digital Converter (ADC) sedangkan perangkat lunak dengan menggunakan bahasa Assembler 8051.

Pembahasan teori secara singkat, hanya pada bagian yang langsung yang langsung berhubungan dengan sistem kerja rangkaian secara garis besar.

1.4. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penyusunan, pemahaman maka dibuat sistematika penulisan. Penulisan tugas akhir ini terdiri dari 4 (empat) bab, kesimpulan dan beberapa lampiran.

BAB I : Pendahuluan

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, tujuan pembuatan tugas akhir, pembatasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II: Teori Dasar

Pada bab ini menjelaskan tentang sistem mikrokontroller 8031 yang berisi tentang gambaran umum, fungsi dan konfigurasi pin, rangkaian ADC dan sistem kerja sensor.

BAB III: Perancangan perangkat keras dan perangkat lunak

Pada rangkaian mikrokontroler 8031, rangkaian *setpoint* tujuh segmen, rangkaian ADC dan perangkat lunak.

BAB IV: Pengujian alat

Pada bab ini menjelaskan tentang pengujian sistem pengendalian kadar gas karbon monoksida.

Sebagai penutup dijelaskan kesimpulan tentang alat tersebut.

BAB II

TEORI PENUNJANG

II. Mikrokontroler 8031

Mikrokontroler 8031 adalah mikroprosesor yang di rancang khusus untuk aplikasi kontrol yang dilengkapi dengan ROM, RAM dan fasilitas I/O pada satu chips (one chips microcomputer). dengan berbagai kemudahan / fasilitas yang telah tersedia pada mikrokontroler ini membuat pemakainya menjadi sederhana dan praktis, misalnya dalam bidang pengaturan ,otomatisasi dan industri .

Mikrokontroler 8031 merupakan keluarga MCS-51 Intel .seri 8031terdiri dua macam yaitu 8031 tanpa internal ROM dan 8751 dengan internal ROM . alasan penggunaan mikrokontroler 8031 adalah karena kebutuhan kontroler yang akan di realisasikan dapat dipenuhi oleh mikrokontroler ini , yaitu lebar jalur data , kecepatan operasi, operasi boolean dan adanya kemampuan pengalamatan 1 bit.

Fasilitas yang di miliki oleh mikrokontroler 8031 sebagai berikut :

- a. Unit pengolah umum (CPU) dengan lebar jalur 8 bit .
- b. 32 jalur gerbang (port) dua arah (*bldirectional*) dan setiap gerbang dapat dialamti .

- c. 128 byte data RAM *internal* .
- d. Prosesor boolean (variabel 1-bit) .
- e. *Full-duplex Universal Asynchronous Receiver Transmitter*(UART) .
- f. 5 jalur interupsi dengan 2 tingkat prioritas yang dapat diprogram .
- g. *on-chip oscillator* .
- h. Besar memori program maksimum 64 kbyte
- I. Besar memori data maksimum 64 kbyte .

2.1. Fungsi dan konfigurasi pin

Mikrokontroler 8031 mempunyai 40 pin. Pada gambar 3.1. menunjukkan fungsi - fungsi setiap pin tersebut:

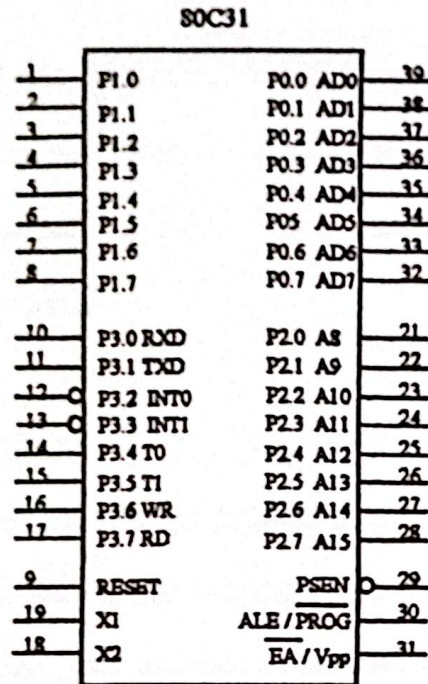
Port 0 : sebagai gerbang input / output (*I/O bidirectional*) saluran terbuka 8-bit.

selain sebagai gerbang I/O, gerbang ini juga berfungsi sebagai multiplek dalam melakukan fungsinya mengakses data dari program eksternal dan memori data . gerbang dapat dibebani dengan 8 LS (*large scale*) TTL .

Port 1 : sebagai gerbang bidirectional I/O 8-bit dengan pull-up internal .keluaran buffer gerbang ini dapat dibebani 4 LS TTL .

Port 2 : Merupakan gerbang *bidirectional I/O* 8-bit dengan *pull-up internal* .

keluaran *buffer* gerbang dapat dibebani 4 LS TTL . gerbang mengeluarkan alamat saat mengambil memori program *eksternal* dan saat mengakses memori data yang memakai alamat 16-bit .



GAMBAR 2.1.KONFIGURASI PIN MCS-51

Port 3 : sebagai gerbang 8-bit *bidirectional* I/O dengan *pull-up internal* . gerbang dapat dibebani dengan 4 LS TTL , gerbang ini dapat juga mempunyai beberapa fungsi khusus seperti :

- P3.0 : pin masukan serial , RxD**
- P3.1 : pin keluaran serial , TxD**
- P3.2 : pin masukan interupsi luar 0, INT0**
- P3.3 : pin masukan interupsi luar 1 , INT1**
- P3.4 : pin keluaran timer / counter 0 , T0**
- P3.5 : pin keluaran timer / counter 1 , T1**
- P3.6 : pin untuk operasi tulis memori eksternal , WR**
- P3.7 : pin untuk operasi baca memori luar , RD**

- PSEN** : Program strobe enable adalah sinyal / pulsa baca untuk program memori eksternal.
- ALE** : *Address Latch Enable*, untuk membangkitkan pulsa alamat selama mengakses memori eksternal. Pada keadaan biasa ALE bekerja 1/6 dari frekuensi osilator, sehingga dapat berfungsi sebagai pembangkit frekuensi eksternal.

IL.2. ORGANISASI MEMORI

Memori mikrokontroler keluarga MCS-51 terbagi menjadi dua bagian yang terpisah, yaitu memori program dan memori data. Pada memori program hanya dapat dilakukan proses pembacaan, dan besar memori yang dapat dialamati adalah 64 kbyte. Sinyal kontrol pada proses pembacaan adalah PSEN (*program strobe enable*). Sedangkan memori data dapat dilakukan proses membaca dan menulis. Sinyal kontrol yang bertugas membaca dan menulis adalah RD dan WR.

IL.2.1. MEMORI PROGRAM

Setelah proses *reset*, CPU menjalankan program dari lokasi 0000h - 0002h. Isi lokasi memori ini biasanya berupa hanya instruksi *JUMP*. Memori program dengan lokasi 0003h - 0032h dipergunakan sebagai *interrupt* vektor. Jika semua interupsi tidak digunakan, maka lokasi ini dapat dipergunakan sebagai memori program biasa. Mikrokontroler 8031 tidak memiliki memori program internal. Mikrokontroler 8031 menggunakan memori program diluar chips, pin EA harus di aktifkan dengan memberikan tegangan rendah (*ground*). Port 0 dan port 2 berfungsi sebagai bus data dan bus alamat yang digandakan (*multiplexed*) dengan bus data yang akan

mengeluarkan *low byte* dari program counter sebagai informasi alamat . Fungsi port 0 akan berubah menjadi bus data setelah pin ALE berlogik high. Port 2 akan mengeluarkan informasi *high byte* dari program counter sebagai informasi alamat. setelah urutan tersebut terpenuhi maka PSEN akan berubah menjadi *low byte* dan proses latch terjadi .

IL2.2. MEMORI DATA

Memori data pada mikrokontroler 8031 terdiri dua bagian yaitu memori internal dan memori eksternal . memori eksternal data mempunyai fungsi yang hampir sama dengan memori program, hanya saja untuk memori eksternal data dapat dilakukan proses baca tulis.

Memori data dapat di alamat oleh mikrokontroler 8031 sebanyak 64 kbyte. disamping itu terdapat memori data internal yang besarnya dibagi menjadi 128 byte bawah dan 128 byte atas. yang dapat digunakan sebagai RAM internal adalah 128 byte bawah, sedangkan 128 byte atas digunakan sebagai register - register khusus (*Special Function Register*). Salah satu jenis memori data yaitu RAM.

RAM (*Random Access memory*)

Dari 128 byte bawah yang digunakan sebagai RAM internal 32 byte bagian bawah dikelompokkan menjadi 4 buah bank, yang masing - masing terdiri 8 register. Program dapat mengakses register - register ini dengan operasi R0 sampai R7, pemilihan bank register melalui register PSW (*Program Status Word*).

SFRs (*Special Function Register*)

Special function register adalah bagian dari memori data yang di gunakan sebagai register khusus dengan kapasitas 128 kbyte. Register ini berisi accumulator,

register B, PSW (*program status word*),SP (*stack pointer*), DPTR (*data pointer*), *latch*,gerbang, *timer* dan kontrol register. Register - register ini hanya dapat diakses dengan pengalamatan langsung . Semua register SFRs dapat dialamati per-bit atau per-byte.

Fungsi register - register tersebut adalah :

1. *Accumulator* adalah register yang digunakan untuk menyimpan data sementara dari hasil pengolahan aritmatik dan logik, serta sebagai tempat untuk pengalamatan tidak langsung dan pengalamatan berindeks.
2. DPTR adalah register penunjuk data, dimana register ini dapat diakses sebagai register 16 bit yang terdiri dari DPH (*high bit*) dan DPL (*low bit*). register ini dapat dimanipulasi sebagai 16 bit register atau 2 buah 8 bit register yang terpisah.
3. PC adalah register 8 bit yang berisi alamat instruksi berikut yang akan dilaksanakan . SP adalah register 8 bit yang digunakan sebagai penunjuk alamat stack. jika ada pengambilan data maka isi SP akan dikurangi, sebaliknya jika ada pemasukan data maka isi SP ditambah.
4. PSW adalah register yang memuat beberapa status flag yang memberikan informasi keadaan CPU sesudah suatu instruksi di jalankan.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	CY	AC	F0	RS1	RS2	OV	—	P

(MSB)

(LSB)

Gambar3.2. Isi PSW

Keterangan :

CY : *Carry Flag*

Diset atau direset oleh perangkat lunak pada operasi aritmatika atau logika tertentu .

AC : *Auxiliary Carry Flag*

Diset atau direset oleh perangkat keras selama instruksi penjumlahan atau pengurangan untuk menandai carry atau pemimjamam lebih dari tiga bit.

FO : *Flag 0*

Diset, direset atau dites oleh perangkat lunak sebagai status flag yang diatur oleh pemakai .

RS1 & RS0 : untuk memilih salah satu dari register bank .

OV : *Over Flow Flag*

Diset atau direset oleh perangkat keras selama instruksi aritmatika untuk menandai kondisi overflow.

— : tidak di gunakan

P : *Parity Flag*

Berfungsi sebagai pemunjuk ganjil atau genap bit satu di accumulator.

Base Register

Dipakai untuk operasi perkalian dan pembagian.

STACK POINTER

Register *stack pointer* bekerja saat operasi *Push* dan *Call*. Sebelum data tersebut disimpan di dalam RAM, alamat *Stack Pointer* bernilai 07H, hal ini menyebabkan *stack pointer* menempati lokasi 08H sebagai posisi awal.

DATA POINTER (DPTR)

Data pointer memiliki 16 bit jalur yang terdiri dari DPH (*high bit*) dan DPL (*low bit*). Register ini dapat di manipulasi sebagai 16 bit register atau 2 buah 8 bit register yang terpisah.

IL2.3. TIMER DAN COUNTER

Mikrokontroler 8031 mempunyai 2 buah timer / counter register 16 bit yaitu *Timer 0* (T0) dan *Timer 1* (T1). Kedua register tersebut dapat di operasikan sebagai timer dan counter. Bila berfungsi sebagai timer, register T0/T1 ditambah satu siklus mesin. Dan sebagai counter, register T0/T1 di tambah satu setiap ada transisi dari 1 ke 0 pin *input eksternal*.

Dalam pemilihan timer dan conter, Timer 0 dan Timer 1 mempunyai 4 buah mode yang dapat di pilih dengan menentukan pasangan bit (M0,M1) di TMOD. Untuk pemilihan Timer counter dikontrol oleh bit C/T di SFRs TMOD.

IL2.4. SISTEM INTERRUPT

Mikrokontroler mempunyai 5 buah interupsi, 2 sumber yang merupakan sumber *eksternal* INT0 dan INT1. Kedua interrupt *eksternal* dapat aktif *level* atau aktif transisi tergantung isi IT0 dan IT1' pada TCON. Interupsi *timer 0* dan *timer 1* aktif pada timer yang sesuai mengalami *rolls over*. Interupsi *timer* ini dibangkitkan oleh

TF0 dan TF1 pada register TCON. Interrupt serial dibangkitkan dengan melakukan operasi OR pada R1 dan T1. Semua sumber interupsi masing - masing dapat di *enable / disable* secara perangkat lunak (*software*).

Tingkat prioritas semua sumber interupsi dapat di program sendiri-sendiri dengan men-set atau men-clear bit pada SFRs IP(*InterruptPriority*). Intrupsi tingkat rendah dapat diinterupsi oleh interupsi yang mempunyai tingkat yang lebih tinggi, tetapi tidak sebaliknya. walaupun demikian interupsi yang mempunyai tingkat lebih tinggi tidak dapat menginterupsi sumber interupsi yang lain.

IL2.5. INSTRUKSI PENGALAMATAN

Instruksi - instruksi pada mikrokontroler 8031 dirancang untuk aplikasi/operasi data 8-bit atau untuk operasi data 1-bit, mikrokontroler 8031 cocok digunakan untuk aplikasi operasi boolean.

Metode pengalamatan pada 8031 adalah sebagai berikut :

a. Pengalamatan langsung

Pada pengalamatan langsung, didalam intruksi *operand* ditunjukkan oleh suatu alamat yang lebarnya 8 bit dan hanya dapat digunakan untuk internal RAM dan SFRs.

misal : Mov 80H,#0AAH

artinya: Port 0 diisi dengan data 0AAH.

b. Pengalamatan tak langsung (*Indirect Addressing*)

Pada pengalamatan tak langsung, instruksi menunjukkan suatu register yang isinya adalah alamat memori *operand*. *Eksternal* dan *Internal* RAM dapat dialamati secara tidak langsung. Register alamat untuk alamat dengan

lebar 8 bit dapat berupa R0 dan R1 yang digunakan untuk memilih register bank atau *stack pointer*. Register alamat dengan lebar 16 bit digunakan *data pointer* (DPTR).

contoh:

Movx A,@R1 Baca RAM eksternal pada @R1

Movx @R1,A Tulis RAM eksternal pada @R1

misal: Mov R0,#80H

Mov DPTR, #FF05H

Mov @R0,#0BBH

Mov @DPTR,#0AAH

Artinya : Lokasi 80H pada RAM data *internal* diisi dengan data

0BBH. lokasi FF05H pada RAM data *eksternal* diisi dengan

data 0AAH. RAM eksternal hanya dapat diakses dengan

pengalamatan tak langsung. untuk transfer data dari / ke

RAM eksternal,akumulator selalu menjadi sumber / tujuan dari data.

c. Pengalamatan berindeks(*Indexed Addressing*)

Yang dapat diakses dengan pengalamatan berindeks hanya memori program (*EPROM*). Mode pengalamatan ini umumnya digunakan pada pengolahan data. Pada mode ini alamat awal tabel diberikan program *counter* atau DPTR, sedangkan alamat *offset* terdapat pada akumulator.

Misal : Movc A,@A+DPTR

Movc A,@A+PC

Artinya : Baca memori program pada lokasi (A+DPTR).

Baca memori program pada lokasi (A+PC).

d. Pengalamatan immediate

Dalam memori program suatu *opcode* dapat langsung diikuti oleh suatu konstanta, sebagai:

Mov A,#100 ; Isi akumulator dengan data 100H

e. Pengalamatan register

Pengalamatan register hanya dapat dilakukan pada R0 - R7 di 4 register bank yang ada. pengalamatan ini hanya dapat digunakan untuk pengolahan data pada register - register tersebut.

f. Pengalamatan relatif

Alamat tujuan pada pengalamatan relatif hanya dapat diperoleh dari hasil penjumlahan operand 8 bit dan alamat instruksi. Jangkauan memori adalah 256byte.

g. Pengalamatan absolut

Alamat tujuan pada pengolahan absolut diperoleh dari hasil pengjumlahan operand 11 bit dengan alamat instruksi. Jangkauan memori 2 kbyte.

h. Pengalamatan extended

Alamat tujuan pada pengalamatan ini diperoleh dari hasil penjumlahan operand 2 bit dengan alamat instruksi. Jangkauan memori adalah 64 kbyte.

II.2.6. Register Kontrol

Register kontrol adalah register yang berisi kontrol dan status bit untuk intrupsi, timer/counter, gerbang serial yaitu register khusus (special function register) IP, TMOD, TCON, SCON, PCON.

- IP (*Interrupt Priority*)

Fungsi IP adalah :

- Memberikan prioritas kepada interupsi yang bersangkutan.
- Bit 0 menandakan prioritas rendah, sedang bit 1 menandakan prioritas tinggi.

- IE (*Interrupt Enable*)

Fungsi IE adalah:

- Mematikan atau mengaktifkan interupsi *eksternal*.
- Mematikan atau mengaktifkan interupsi dari timer .
- Mematikan atau mengaktifkan interupsi dari serial port.

- TMOD (*Timer/Counter Mode Control Register*)

Fungsi TMOD adalah:

- Mengenable atau *disable* timer / counter saat terjadi interupsi *eksternal*.
- Memilih modus dari timer / counter.
- Memilih sumber clock untuk timer / counter.

- TCON (*Timer / Counter Control Register*)

Fungsi TCON adalah:

- mengaktifkan atau tidak timer / counter.
- Melihat status dari timer / counter.
- mendeteksi adanya trigger dari interupsi *eksternal*.

-SCON (*Serial Port Control Register*)

Fungsi SCON adalah:

- Memilih modus dari port serial.
- Membaca / menulis status interupsi.

- PCON (*Power Control Register*)

Fungsi PCON adalah:

- Melipatkan gandakan kecepatan akses (baud rate) dari serial port, jika timer 1 dipakai untuk menghasilkan baud rate.
- Untuk mengaktifkan operasi *power down* (hanya pada teknologi CMOS).
- Mengaktifkan operasi *Idle/idle mode* (hanya pada teknologi CMOS), seperti 80C51BH.
- Status bit untuk keperluan pemakai.

II.2.7. Instruksi - Instruksi Pada Mikrokontroler 8031

Kumpulan instruksi 8031 terdiri dari empat jenis yaitu transfer data, operasi logika, operasi percabangan dan operasi aritmatika.

A. Transfer Data

Operasi pemindahan data dapat dilakukan pada memori data dan memori program. Instruksi - instruksi pemindahan data 8031 antara lain : MOV, MOVX, MOVC, PUSH, POP, XCH dan XCHD.

B. Operasi Logika (*Logical Operations*)

Secara garis besar instruksi untuk operasi boolean ada 4 yaitu AND, OR, Exclusive OR, dan NOT. Operasi pada byte dilakukan bit per-bit. Tiap - tiap instruksi memiliki 4 jenis pengalamatan register dan pengalamatan segera.

Contoh : instruksi ANL (AND logic)

Misal : - ANL A,7FH - pengalamatan langsung

- ANL A,@R1 - Pengalamatan tak langsung

- ANL A,R6 - Pengalamatan register

- ANL A,#52H - Pengalamatan segera

Semua operasi boolean dapat dilakukan pada 128 byte internal data memori bawah atau SFR memakai pengalamatan langsung, tanpa melalui akumulator.

C. Operasi Percabangan (*Branching Operations*)

Operasi percabangan dibagi 2 secara garis besar, yaitu:

a. Percabangan tak bersyarat (*Unconditional jump*)

Operasi JMP pada 8031 akan ada 3 macam,yaitu SJMP, AJMP, dan LJMP. Ketiganya dibedakan atas jangkauan pengalamatan. SJMP hanya dapat dilakukan pada 1 page yang sama. LJMP dilakukan pada 64 kbyte block yang sama (alamat 16 bit). AJMP dilakukan pada 2 kbyte block yang sama (alamat + 11bit). Berdasarkan teknik pengalamatannya percabangan tak bersyarat ini dibagi 2, yaitu:

1. Pengalamatan Langsung (*Direct Addressing*)

contoh : AJMP addr

2. Pengalamatan Index (*Indexed Addressing*)

contoh : AJMP@A+DPTR

Instruksi Call ada 2 macam, yaitu : LCALL dan ACALL. LCALL dilakukan pada 64 kbyte blok yang sama . ACALL dilakukan pada 2 kbyte blokk yang sama (alamat 11 bit).

b. Percabangan Bersyarat (*conditional jump*)

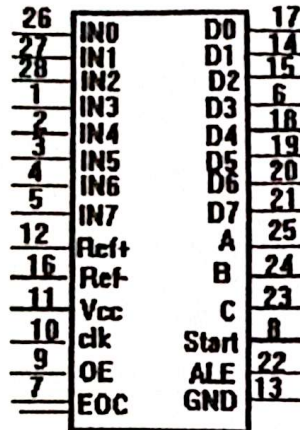
Operasi percabangan bersyarat berbasis pada pengujian status. Salah satu keunikan 8031 adalah adanya operasi percabangan bersyarat yang berdasarkan pada pengujian bit (*bit test instruction*).

D. Operasi Aritmatika (*Arithmetic operations*)

Operasi aritmatika dapat dilakukan pada akumulator atau memori data internal. Instruksi - instruksi operasi aritmatika antara lain: ADD, ADDC, SUBB, INC, DEC, MUL, DIV, dan DA.

2.2. Analog To digital Converter (ADC0809)

Sinyal analog dari sensor diubah ke data digital dengan chip ADC0809 yang mempunyai lebar jalur 8bit dengan resolusi 1 dari 256. jadi dengan referensi 5 volt, satu bit mewakili 19,53125 milivolt. waktu konversi ADC0809 cukup cepat yaitu sekitar 50 mikrodetik pada frekuensi 640 kHz.



Gambar 2.2.1 Rangkaian ADC0809

A. Fungsi Pin

- IN** : Masukan sinyal analog, ada 8 jalur IN0 - IN7. pemilihan jalur dilakukan dengan pin A, B, dan C.
- D0 - D7** : Jalur keluaran data yang dihubungkan dengan jalur data mikrokontroller.
- A,B,C** : Untuk memilih satu dari 8 jalur masukan sinyal.
- ALE** : Memberikan pulsa untuk memasukkan alamat ke register multiplexer address. Pada frekuensi masukan lebih kecil dari 500kHz, pin ALE dan START dapat digabung.
- START** : Untuk mengaktifkan proses konversi jika diberi sinyal.

- EOC** : Sinyal untuk memberi tanda bahwa proses konversi sudah selesai.
- OE** : Pin untuk menerima sinyal bahwa data hasil konversi siap dibaca.
- clk** : Masukan clock untuk mengaktifkan ADC dengan frekuensi maksimum 1,2 Mhz. Bila frekuensi lebih tinggi perlu pembagi frekuensi.
- REF+/-** : Masukan tegangan referensi positif dan negatif.

B. Proses Konversi

Jalur sinyal masukan IN0 - IN7 yang hendak dikonversi dipilih melalui pin ALE dan START diberi logik 1, kemudian mikrokontroller menunggu sinyal EOC menandakan proses konversi sudah selesai. Setelah sinyal EOC diperoleh maka mikrokontroller memberikan logika 1 kepada pin OE untuk menandakan bahwa mikrokontroller meminta data dan hasil konversi dibaca melalui port yang terhubung ke pin D0 - D7.

2.3. Sistem Sensor Gas Karbon monoksida

2.3.1. Sistem sensor

Sensor gas yang digunakan adalah tipe FIGARO GAS SENSOR TGS 822 buatan *FIGARO ENGINEERING INC, JEPANG*. Sistem sensor tersebut dirancang untuk mendeteksi bermacam - macam gas khususnya gas karbon monoksida.

2.3.2. Karakteristik Sensor

Elemen utama dari sistem pendeteksi sensor gas karbon monoksida ini terbuat dari bahan semikonduktor dimana permukaannya dilapisi lapisan timah dioksida (SnO_2). Sepasang elamen pemanas terbuat dari logam mulia yang berfungsi sebagai elektroda, terpasang di elemen pendeteksi . Suatu lapisan pelindung tahan api terbuat dari *stainless steel* untuk melindungi elemen sensor. Sensor TGS 822 ini sangat peka dan cara kerjanya sangat sederhana dimana konduktivitasnya akan meningkat bila terkena gas yang teroksidasi di udara dan resistansinya akan menurun , sedangkan jika konsentrasi gasnya menurun maka resistansinya akan meningkat. Sehingga ini menyebabkan berubahnya resistansi dimana akan mengkonversikan perubahan konsentrasi menjadi perubahan tegangan. Ketika sensor di beri tegangan, arus listrik mengalir melalui partikel - partikel SnO_2 yang bersifat sebagai tahanan.

Pada udara bersih gas oksigen (O_2) akan mengikat elektron - elektron bebas diserap ke permukaan partikel SnO_2 , yang membuat resistansi partikel meningkat. sedangkan jika berada dalam gas yang tercemar (CO) maka permukaan SnO_2 akan menyerap molekul gas CO .

Sensitivitas sensor ini terhadap gas tergantung pada temperatur pemanasan elemen. Dimana untuk pendeteksi gas karbon monoksida, temperatur pemanasan

Keterangan :

V_c = Tegangan Rangkaian [volt]

V_H = Tegangan Pemanas [volt]

R_L = Tahanan Beban [ohm]

V_M = Sinyal Output [volt]

R_s = Tahanan sensor [ohm]

2.3.4. Karakteristik dan Sensitivitas Sensor

Karakteristik sensor dapat dijelaskan berdasarkan dua konsentrasi gas CO yang berbeda yaitu 50 ppm dan 200 ppm.

Dimana konsentrasi 50 ppm diperlukan sebagai standar yang dikeluarkan oleh OSHA (Occupational Safety and Health Administration) di USA. standar ini merupakan acuan perancangan sistem pengendali gas karbon monoksida dilingkungan tempat kerja , untuk melindungi para pekerja dari bahaya keracunan dari asap mesin - mesin pabrik yang mengandung berbagai gas khususnya gas karbon monoksida sedangkan 200 ppm disarankan untuk konsentrasi gas CO diudara yang di akibatkan oleh proses pembakaran yang tidak sempurna. Pada tabel dibawah ini terdapat keterangan tentang efek konsentrasi gas CO di udara terhadap tubuh manusia.

Tabel Efek Gas Karbon Monoksida Terhadap Tubuh Manusia

Konsentrasi Gas CO diudara	Lama Penghisapan & Gejala Keracunan
0,01 % (100 ppm)	Sakit kepala ringan dalam 2 - 3 jam
0,04 % (400 ppm)	Sakit kepala bagian depan dalam 1-2 jam,menyebar dalam 2,5 - 3,5 jam.
0,08 % (800 ppm)	Pusing, mual dan gemetar dalam 45 menit. Pingsan dalam 2 jam.
0.16 % (1600 ppm)	Sakit kepala, pusing dan mual dalam 20 menit. Meninggal dalam 2 jam.
0,32 % (3200 ppm)	Sakit kepala, pusing dan mual dalam 5 - 10 menit. Meninggal dalam 30 menit.
0,64 % (6400 ppm)	Sakit kepala dan pusing dalam 1 - 2menit. meninggal dalam 10 - 15 menit.
1,28 % (12800 ppm)	Meninggal dalam 1 - 3 menit.

Efek keracunan gas CO terjadi karena darah gagal mengangkut gas Oksigen (O₂) dalam jumlah yang memadai ke organ - organ tubuh dimana yang terjadi haemoglobin dalam darah akan mengikat molekul gas CO bukan O₂.

Persamaan reaksi antara haemoglobin dengan gas CO dan O₂ adalah sebagai berikut:



Hb lebih cepat bereaksi dengan CO daripada dengan oksigen.

Berdasarkan dari tabel di atas maka pengendalian gas co yang ideal adalah sekitar 50 ppm sampai dengan 90 ppm dengan pertimbangan dimana konsentrasi tersebut belum berbahaya bagi manusia.Karakteristik sensor TGS 822 dengan perbandingan antara konsentrasi gas CO dengan resistansi sensor dalam gambar

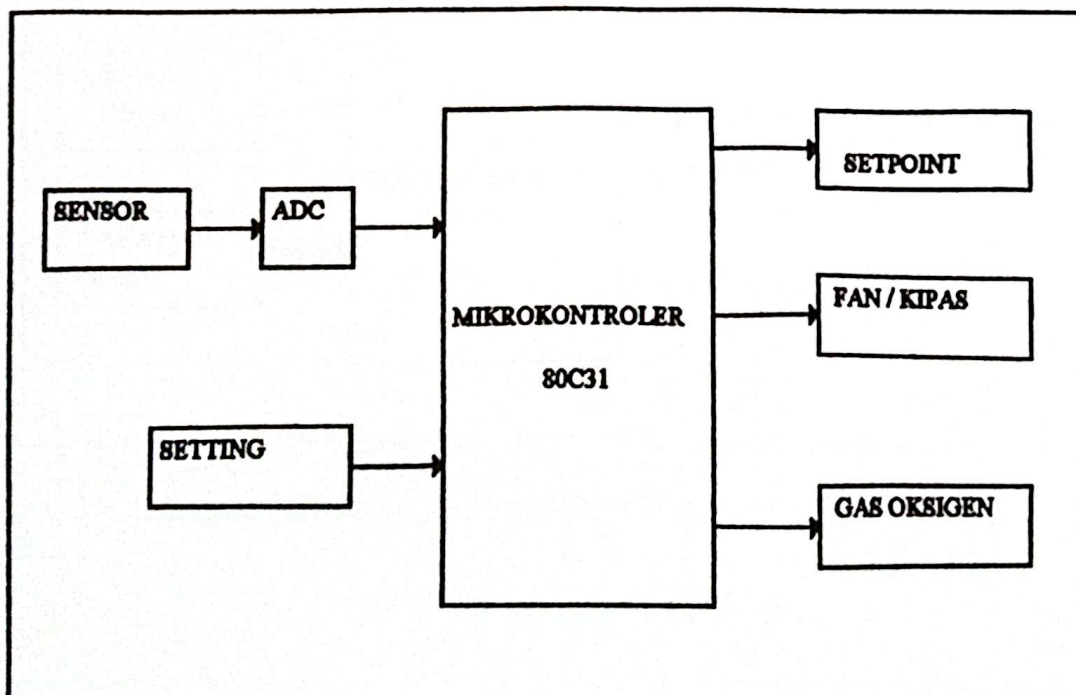
BAB III

PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

III.1. Uraian Umum

Sistem pengendalian gas karbon monoksida berbasis mikrokontroler 80C31 ini terdiri dari rangkaian mikrokontroler 8031, ADC (*Analog to Digital Converter*) dan rangkaian tujuh segmen.

Diagram blok sistem pengendali gas karbon monoksida seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.1 pada dibawah ini :



Gambar 3.1 Blok diagram sistem pengendali gas CO

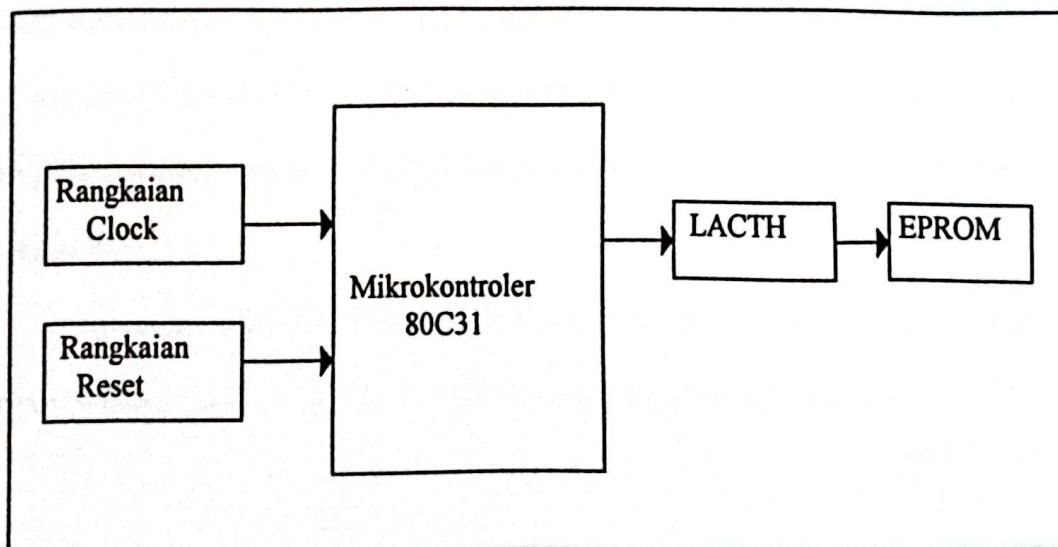
Perangkat keras yang akan dibahas dalam sistem pengendali gas karbon monoksida ini meliputi:

- Rangkaian mikrokontroler 8031
- Rangkaian ADC (*Analog to Digital Converter*)
- Rangkaian tujuh segmen

3.2. Rangkaian Mikrokontroller 8031

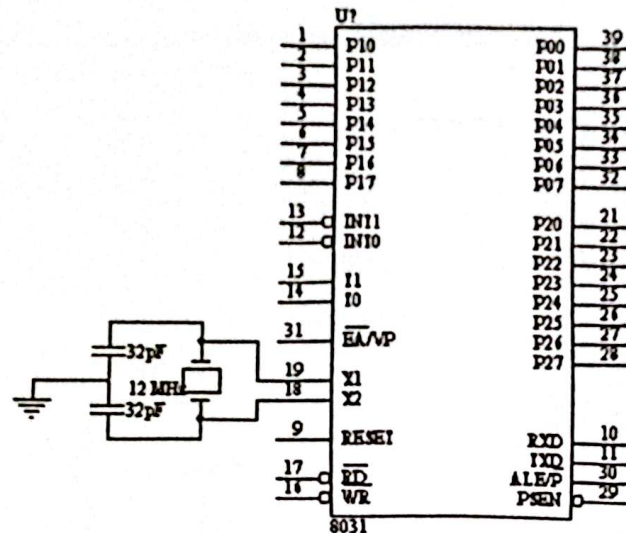
Selain chip 8031, rangkaian mikrokontroller terdiri dari:

- Rangkaian clock
- Rangkaian reset
- Rangkaian lath



Gambar 3.2 Blok diagram Rangkaian Mikrokontroller 8031

3.2.1. Rangkaian Clock



Gambar 3.3.. Rangkaian Clock

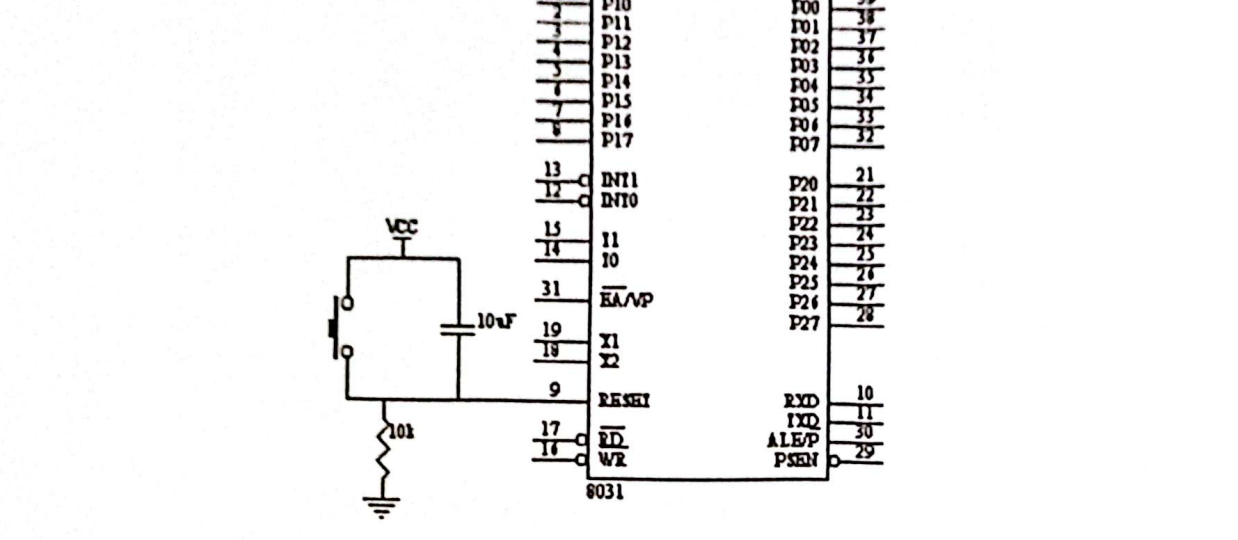
Mikrokontroler 8031 mempunyai rangkaian osilator di dalamnya (*On - chip Oscillator*), yang dapat di gunakan sebagai sumber clock dari CPU. Dimana untuk dapat menggunakan rangkaian osilator tersebut, maka pin XTAL1 dan XTAL2 (pin 19 dan pin 18)harus di hubungkan dengan sebuah kristal serta dua buah kapasitor yang di hubungkan dengan tanah. Rangkaian clock mikrokontroller 8031 dapat dilihat pada gambar.

Generator clock internal dari 8031 menentukan siklus mesin CPU. satu siklus mesin (*Machin cycle*) terdiri dari 6 keadaan setiap dan setiap keadaaan stabil.

3.2.2. Rangkaian Reset

Masukkan *reset* dilakukan melalui pin *reset* (pin 9). *Reset* dilakukan selama dua kali siklus mesin, dan CPU akan mengaktifkan *internal reset*.

Rangkaian *power on reset* di perlukan agar CPUdapat di *reset* secara otomatis pada saat pertama kali dihidupkan. Keadaan *reset* diperoleh ketika pin *reset* pada

1 10

Gambar 3.4. Rangkaian Reset

Rangkaian *power on reset* dapat di hitung dengan rumus konstanta waktu $\tau = RC$. Dengan mengambil nilai $C = 10 \mu f$ dan $R = 10 K\Omega$, maka akan didapat $\tau = 100$ milidetik.

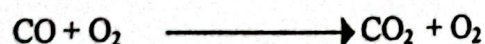
Cara kerja rangkaian adalah bila tegangan catu V_{cc} diberikan, maka arus akan melewati kapasitor sehingga menimbulkan beda tegangan pada resistor, tegangan pada pin reset merupakan beda tegangan antara V_{cc} dengan tegangan kapasitor. Karena sifat dari kapasitor maka tegangan pin *reset* akan menurun sehingga mencapai akan logika 0.

Sistem ini untuk *reset* secara manual dengan menggunakan saklar push on *reset*. Bila saklar ditekan maka pin reset akan mendapat tegangan sebesar V_{cc} yang menyebabkan mikrokontroler berada dalam keadaan *reset*. Rangkaian *power on reset* dapat dilihat pada gambar.

menggunakan pendekode 7447 yang berfungsi untuk mengubah data BCD (4 bit) menjadi 7 bit. Bila bilangan BCD diset pada masukan pendekode 7447 maka pendekode ini akan mengaktifkan keluaran yang sesuai dan menampilkan bilangan desimal yang benar pada tujuh segmen tersebut. Bila tabel kebenaran menyatakan ON, maka hal ini berarti keluaran pendekode 7447 telah menuju keadaan aktif rendah. atau dapat juga dikatakan ruas tersebut ditanahkan melalui pendekode. Tujuh resistor sebesar 220 ohm yang berfungsi untuk membatasi arus dari *ground* yang melalui ruas LED sampai level yang aman. pada rangkaian ini bahwa IC 7447 digambarkan hanya sebagai pengendali / pendekode yang berarti arus dari peraga LED mengalir langsung melalui IC 7447 untuk mengendalikan tujuh segmen.

3.4. Relay

Untuk mengontrol kipas (Fan) dan katup gas oksigen digunakan relay yang dikontrol melalui mikrokontroller. fungsi kipas (Fan) dan katup gas oksigen adalah sebagai berikut: apabila dalam suatu ruangan dimana kadar gas CO -nya sudah melebihi dari konsentrasi yang diset pada tujuh segmen maka Fan dan katup gas oksigen akan bekerja. Dimana gas CO tersebut akan dibuang keluar dengan menggunakan Fan tersebut dan katup gas akan terbuka untuk menyembrotkan gas oksigen dalam ruangan tersebut. Fungsi Fan (kipas) dan gas Oksigen ini adalah untuk menurunkan konsentrasi gas CO dalam ruangan itu supaya tidak berbahaya bagi yang menghirupnya . Karena apabila gas CO dan gas oksigen bercampur akan bereaksi menjadi:



3.5. Analog to Digital Converter

Sinyal yang keluar dari penguat operasional masih berupa sinyal analog maka digunakan ADC0809 untuk mengkonversikan tegangan input analog menjadi kombinasi output biner (digital).

ADC ini akan bekerja bila pin start diberi logika *high*, maka keluaran sinyal analog dari sensor masuk ke IN0. Apabila proses konversi telah selesai maka dikirimkan sinyal EOC yang menandakan bahwa proses konversi telah selesai ke P3.2 mikrokontroller. setelah sinyal EOC ini diterima P3.7 akan memberikan logik *high* pada pin OE yang menandakan bahwa mikrokontrolle meminta data maka data hasil konversi siap di baca melalui *port 0* yang terhubung ke pin D0 - D7.

3.6. Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan pada sistem pengendali gas karbon monoksida ini adalah bahasa pemrogram *assembly* ASM51. Fungsi utama dari perangkat lunak ini yaitu:

- Menerima masukkan dari setting berupa angka untuk menampilkan nilai konsentrasi gas CO yang akan dikendalikan pada tujuh segmen.
- Mengambil data konsentrasi gas CO dari ADC.
- Membandingkan data konsentrasi gas CO yang diambil dari ADC dengan nilai setpoint yang ada pada tujuh segmen.

BAB IV

PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA SISTEM

Setelah seluruh perangkat keras dan perangkat lunak terrealisasi maka dilakukan uji coba. Pada pengujian ini tujuh segmen diset yang besarnya dari 50 ppm . Dalam pengujian ini bisa menggunakan asap buang kendaraan atau asap - asap yang lain karena asap buang mesin - mesin banyak mengandung gas CO. Mula - mula asap dimasukkan kedalam tabung berbentuk kotak yang terbuat dari acrylic dimana dikotak tersebut telah dipasang sebuah Fan (kipas) dan gas oksigen lalu tujuh segmen diset mulai dari 50 ppm . Konsentrasi gas CO yang diterima ADC dari sensor berasal dari asap yang ada dalam tabung tersebut akan dibandingkan dengan nilai yang diset pada tujuh segmen tersebut apabila konsentrasi gas CO melebihi dari yang diset tujuh segmen maka Fan dan katup gas oksigen akan bekerja untuk membuang keluar dari dalam tabung tersebut dan juga katup akan terbuka untuk menyempot gas oksigen yang berfungsi untuk mengurangi kadar gas CO tersebut.

Katup dan fan akan bekerja terus apabila konsentrasi gas CO -nyal masih lebih besar dari yang diset. Pada alat ini katup dan Fan akan berhenti bekerja apabila konsentrasi gas CO dalam tabung tersebut lebih kecil dari yang disetpoint.

Pada pengujian alat pada udara bebas setpont diset pada 50 ppm Fan dan katup berkerja dan katup dan fan tidak berkerja pada konsentrasi 93 ppm.

KESIMPULAN

Berdasarkan perencanaan, pembuatan dan pembuatan sistem yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Pengaturan Fan (kipas) berfungsi untuk asap dalam ruangan tersebut keudara bebas.
2. Peyemprotan gas Oksigen berfungsi untuk mengurangi kadar konsentrasi gas CO yang ada dalam ruangan tersebut supaya konsentrasi gas CO tersebut semakin kecil.
3. Sistem pengendali gas CO ini dapat melindungi para pekerja dari bahaya gas tersebut yang berasal dari asap buangan mesin - mesin pabrik .
4. Sistem pengendali gas CO ini dapat mengurangi pencemaran udara.

DAFTAR PUSTAKA

1. Millman, J., Microelectronics, Digital and Analog Circuit and System, McGRAW-Hill Book Company, USA, 1986.
2. Suyono, Wasito, (penerjemah), Data Sheet Book I : Data IC Linier, Ttl, dan CMOS, Elek Media Komputindo, Jakarta, 1992.
3. Figaro Gas Sensor, TGS 822, Figaro Engineering inc, Japan.
4. Intel Corporation, Embedded Controller Handbook Vol 1, Santa Clara, California, Nopember 1992.

Lampiran 1

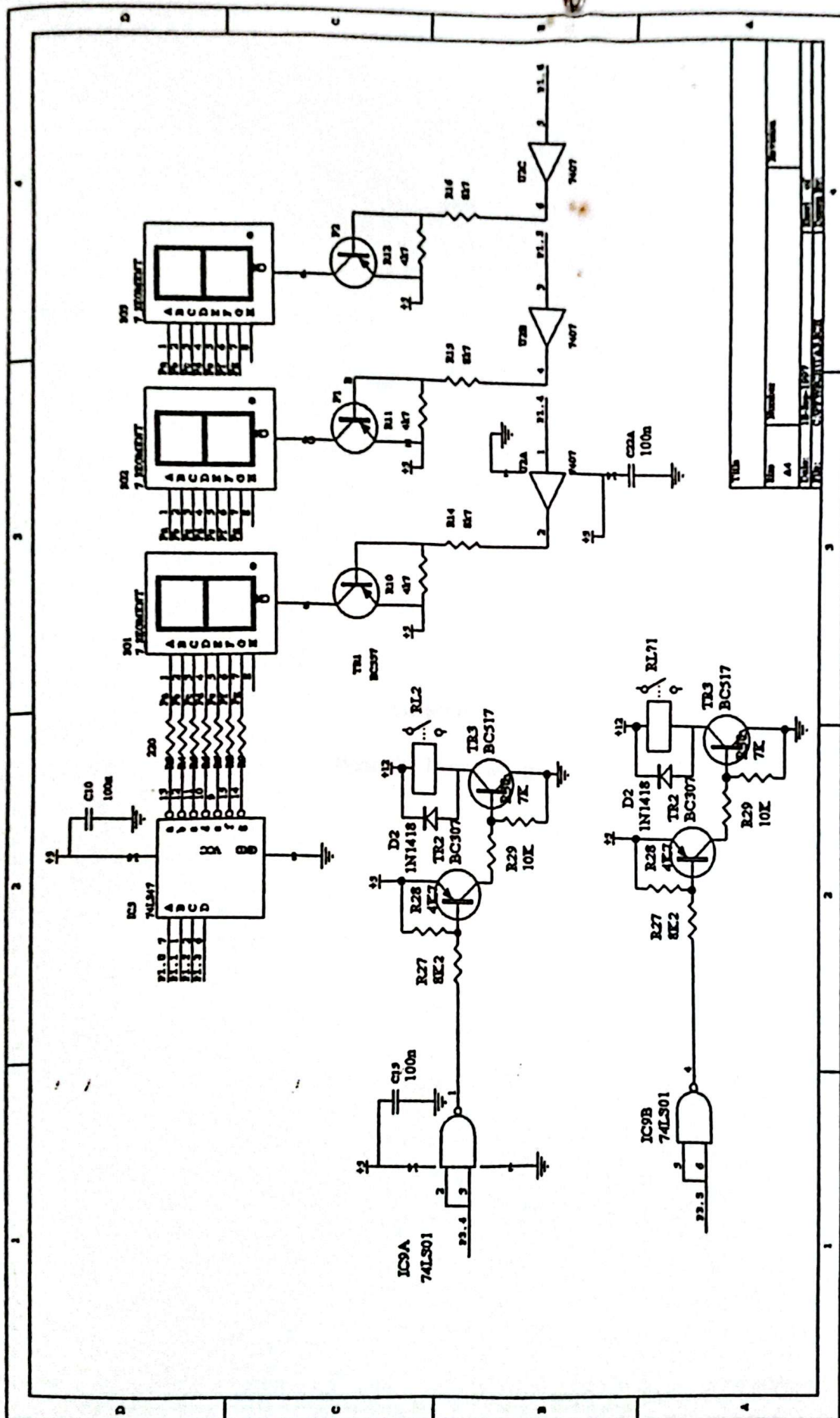
Rangkaian Mikrokontroler 8031 dan EPROM

Lampiran 2

Rangkaian ADC dan Sensor TGS 822

Lampiran 3

Rangkaian tujuh segmen dan Relay



Lampiran 4
Perangkat Lunak Sistem

```

ORG 0000H
    AJMP START           ;POWER RESET

```

```

;*****
;* ALAMAT INTERRUPT ADC *
;*****

```

```

ORG 0003H
    CLR IE.2
    ACALL BACAADC
    SETB IE.2
    MOV 40H,#00H
    RETI

```

```

;*****
;* ALAMAT INTERRUPT KEYBOARD *
;*****

```

```

ORG 0013H
    CLR IE.0
    ACALL INPUT
    ACALL CONV
    ACALL CALB
    SETB IE.0
    RETI

```

```

;*****
;* MAIN PROGRAM *
;*****

```

```

ORG 0100H
START:  SETB IE.7           ;INISIALISASI
        SETB IE.2
        SETB IE.0
        SETB IT0
        SETB IT1
        CLR P1.7
        CLR P3.6
        CLR P3.5
        CLR P3.4
        ACALL CLEAR
SECAN:  ACALL DISPLAY
        DJNZ 41H,SECAN
        DJNZ 42H,SECAN
        ACALL STARTADC
        ACALL COMPAR
        MOV 41H,#0FFH
        MOV 42H,#050H
        JMP SECAN

```



```

;*****
; CLEAR RAM MEMORY *
;*****
CLEAR:  MOV 20H,#00H
        MOV 21H,#00H
        MOV 22H,#00H
        MOV R3,#00H
        MOV 24H,#0FFH
        MOV 40H,#00H
        RET

```

```

;*****
;* SUBROUTINE INTERRUPT KEYBOARD *
;*****
ORG 0200H
INPUT:  JNB P3.0,GESER
        JNB P3.1,UP
        JMP END_INT
GESER:  MOV R0,#03H
        INC @R0
        CJNE @R0,#03H,END_INT
        MOV @R0,#00H
        JMP END_INT
UP:     MOV R0,#03H
        CJNE @R0,#00H,CHECKLED2
        MOV R1,#20H
        CALL CHECK9
        JMP END_INT
CHECKLED2: CJNE @R0,#01H,CHECKLED3
        MOV R1,#21H
        CALL CHECK9
        JMP END_INT
CHECKLED3: CPL 22H.0
        JMP END_INT
CHECK9:  INC @R1
        CJNE @R1,#0AH,END_INT
        MOV @R1,#00H
END_INT: RET

```

```

;*****
;* SUBROUTINE SCAN DISPLAY *
;*****
DISPLAY: ACALL SCAN
        CJNE @R1,#00H,SCAN_LED2

```

```

MOV R0,#20H
MOV A,@R0
ORL A,#00110000B
MOV P1,A
JMP END_DISPLAY
SCAN_LED2: CJNE @R1,#01H,SCAN_LED3
MOV R0,#21H
MOV A,@R0
ORL A,#01010000B
MOV P1,A
JMP END_DISPLAY
SCAN_LED3: MOV R0,#22H
MOV A,@R0
ORL A,#01100000B
MOV P1,A
END_DISPLAY: RET

```

```

SCAN:    MOV R0,#07H
MOV R1,#06H
DEC @R0
CJNE @R0,#00H,END_SCAN
INC @R1
CJNE @R1,#03H,END_SCAN
MOV @R1,#00H
END_SCAN: RET

```

```

;*****
;* BACA DATA ADC (SENSOR) *
;*****
STARTADC: MOV R0,#40H
CJNE @R0,#00H,ENDSTARTADC
SETB P1.7    ;MEMBERIKAN SINYAL START
SETB P1.7
CLR P1.7
MOV 40H,#01010101B
ENDSTARTADC: RET

```

```

BACAADC:  MOV DPTR,#1000H
MOVX A,@DPTR    ;BACA DATA ADC
ACALL SERVICE
RETI

```

```

SERVICE:
MOV R0,#08H
MOV R1,#30H
SIMPAN:  RL A
MOV @R1,A
INC R1

```



```

    DJNZ R0,SIMPAN
    MOV A,#00000001B
    ANL A,30H
    MOV 30H,A
    MOV A,#00000001B
    ANL A,31H
    MOV R0,#01H
    ACALL ROTATE
    MOV 31H,A
    MOV A,#00000001B
    ANL A,32H
    MOV R0,#02H
    ACALL ROTATE
    MOV 32H,A
    MOV A,#00000001B
    ANL A,33H
    MOV R0,#03H
    ACALL ROTATE
    MOV 33H,A
    MOV A,#00000001B
    ANL A,34H
    MOV R0,#04H
    ACALL ROTATE
    MOV 34H,A
    MOV A,#00000001B
    ANL A,35H
    MOV R0,#05H
    ACALL ROTATE
    MOV 35H,A
    MOV A,#00000001B
    ANL A,36H
    MOV R0,#06H
    ACALL ROTATE
    MOV 36H,A
    MOV A,#00000001B
    ANL A,37H
    MOV R0,#07H
    ACALL ROTATE
    MOV 37H,A
    MOV A,#00H
    MOV R0,#08H
    MOV R1,#30H
ORLAGI:  ORL A,@R1
          INC R1
          DJNZ R0,ORLAGI
          MOV 38H,A
          JMP END_SERV
ROTATE:  RL A
          DJNZ R0,ROTATE

```



```
RET
END_SERV: RET
```

```
.....
; * CONVERSI NILAI SET POINT KE *
; * BILANGAN DESIMAL *
;.....
```

```
CONV:  MOV A,21H
        MOV B,#10D
        MUL AB
        ADD A,20H
        MOV R5,A
        MOV A,22H
        MOV B,#100D
        MUL AB
        ADD A,R5
        MOV 23H,A
        RET
```

```
.....
; * SUBROUTINE KALIBRASI SET POINT *
;.....
```

```
CALB:  MOV R0,#23H
        CJNE @R0,#50D,CS1
        MOV 24H,#0BFH
        JMP END_CALB
CS1:    CJNE @R0,#51D,CS2
        MOV 24H,#0C0H
        JMP END_CALB
CS2:    CJNE @R0,#52D,CS3
        MOV 24H,#0C1H
        JMP END_CALB
CS3:    CJNE @R0,#53D,CS4
        MOV 24H,#0C2H
        JMP END_CALB
CS4:    CJNE @R0,#54D,CS5
        MOV 24H,#0C3H
        JMP END_CALB
CS5:    CJNE @R0,#55D,CS6
        MOV 24H,#0C3H
        JMP END_CALB
CS6:    CJNE @R0,#56D,CS7
        MOV 24H,#0C4H
        JMP END_CALB
CS7:    CJNE @R0,#57D,CS8
        MOV 24H,#0C5H
        JMP END_calb
CS8:    CJNE @R0,#58D,CS9
        MOV 24H,#0C6h
```

```

      JMP END_CALB
CS9:  CJNE @R0,#59D,CS10
      MOV 24H,#0C7h
      JMP END_CALB
CS10: CJNE @R0,#60D,CS11
      MOV 24H,#0C8H
      JMP END_CALB
CS11: CJNE @R0,#61D,CS12
      MOV 24H,#0C9H
      JMP END_CALB
CS12: CJNE @R0,#62D,CS13
      MOV 24H,#0CAH
      JMP END_CALB
CS13: CJNE @R0,#63D,CS14
      MOV 24H,#0CBH
      JMP END_CALB
CS14: CJNE @R0,#64D,CS15
      MOV 24H,#0CCH
      JMP END_CALB
CS15: CJNE @R0,#65D,CS16
      MOV 24H,#0CDH
      JMP END_CALB
CS16: CJNE @R0,#66D,CS17
      MOV 24H,#0CEH
      JMP END_CALB
CS17: CJNE @R0,#67D,CS18
      MOV 24H,#0CFH
      JMP END_CALB
CS18: CJNE @R0,#68D,CS19
      MOV 24H,#0D0H
      JMP END_CALB
CS19: CJNE @R0,#69D,CS20
      MOV 24H,#0D1H
      JMP END_CALB
CS20: CJNE @R0,#70D,CS21
      MOV 24H,#0D2H
      JMP END_CALB
CS21: CJNE @R0,#71D,CS22
      MOV @R0,#0D3H
      JMP END_CALB
CS22: CJNE @R0,#72D,CS23
      MOV 24H,#0D3H
      JMP END_CALB
CS23: CJNE @R0,#73D,CS24
      MOV 24H,#0D4H
      JMP END_CALB
CS24: CJNE @R0,#74D,CS25
      MOV 24H,#0D5H
      JMP END_CALB

```



```

CS25:  CJNE @R0,#75D,CS26
        MOV 24H,#0D6H
        JMP END_CALB
CS26:  CJNE @R0,#76D,CS27
        MOV 24H,#0D7H
        JMP END_CALB
CS27:  CJNE @R0,#77D,CS28
        MOV 24H,#0D7H
        JMP END_CALB
CS28:  CJNE @R0,#78D,CS29
        MOV 24H,#0D8H
        JMP END_CALB
CS29:  CJNE @R0,#79D,CS30
        MOV 24H,#0D9H
        JMP END_CALB
CS30:  CJNE @R0,#80D,CS31
        MOV 24H,#0DAH
        JMP END_CALB
CS31:  CJNE @R0,#81D,CS32
        MOV 24H,#0DBH
        JMP END_CALB
CS32:  CJNE @R0,#82D,CS33
        MOV 24H,#0DDH
        JMP END_CALB
CS33:  CJNE @R0,#83D,CS34
        MOV 24H,#0DEH
        JMP END_CALB
CS34:  CJNE @R0,#84D,CS35
        MOV 24H,#0DFH
        JMP END_CALB
CS35:  CJNE @R0,#85D,CS36
        MOV 24H,#0E1H
        JMP END_CALB
CS36:  CJNE @R0,#86D,CS37
        MOV 24H,#0E2H
        JMP END_CALB
CS37:  CJNE @R0,#87D,CS38
        MOV 24H,#0E4H
        JMP END_CALB
CS38:  CJNE @R0,#88D,CS39
        MOV 24H,#0E5H
        JMP END_CALB
CS39:  CJNE @R0,#89D,CS40
        MOV 24H,#0E6H
        JMP END_CALB
CS40:  CJNE @R0,#90D,CS41
        MOV 24H,#0E8H
        JMP END_CALB
CS41:  CJNE @R0,#91D,CS42

```



```

MOV 24H,#0E9h
JMP END_CALB
CS42:  CJNE @R0,#92D,CS43
MOV 24H,#0EAh
JMP END_CALB
CS43:  CJNE @R0,#93D,CS44
MOV 24H,#0ECH
JMP END_CALB
CS44:  CJNE @R0,#94D,CS45
MOV 24H,#0EDH
JMP END_CALB
CS45:  CJNE @R0,#95D,CS46
MOV 24H,#0EEH
JMP END_CALB
CS46:  CJNE @R0,#96D,CS47
MOV 24H,#0F0H
JMP END_CALB
CS47:  CJNE @R0,#97D,CS48
MOV 24H,#0F1H
JMP END_CALB
CS48:  CJNE @R0,#98D,CS49
MOV 24H,#0F2H
JMP END_CALB
CS49:  CJNE @R0,#99D,CS50
MOV 24H,#0F4H
JMP END_CALB
CS50:  CJNE @R0,#100D,END_CALB
MOV 24H,#0F5H
END_CALB:  RET

```

```

;*****
;* BANDINGKAN NILAI SET POINT DENGAN *
;* DATA OUTPUT ADC DAN KELUARKAN HASIL *
;*****
COMPAR:  CLR C          ;CLEAR BIT CARRY
MOV A,24H      ;NILAI SET POINT
SUBB A,38H     ;NILAI DATA ADC
JNC CHECK_OUT
SETB P3.4
SETB P3.5
SETB P3.6
JMP END_COMP
CHECK_OUT: CLR P3.6
SUBB A,#05D
JC END_COMP
CLR P3.4
CLR P3.5
END_COMP:  RET
END

```

Tabel nilai tegangan sensor

Gas CO	V _{EL}	Biner
50 ppm	0,42105	BF
51 ppm	0,42328	CD
52 ppm	0,42478	C1
53 ppm	0,426667	C2
54 ppm	0,428571	C3
55 ppm	0,428571	C3
56 ppm	0,430493	C4
57 ppm	0,432432	C5
58 ppm	0,43436	C6
59 ppm	0,43836	C7
60 ppm	0,44037	C8
61 ppm	0,442396	C9
62 ppm	0,44444	CA
63 ppm	0,446512	CB
64 ppm	0,448598	CC
65 ppm	0,450704	CD
66 ppm	0,45283	CE
67 ppm	0,45498	CF
68 ppm	0,45714	D0
69 ppm	0,45933	D1
70 ppm	0,46154	D2
71 ppm	0,46332	D2
72 ppm	0,46512	D3
73 ppm	0,46693	D4
74 ppm	0,46875	D5
75 ppm	0,47059	D6
76 ppm	0,47244	D7
77 ppm	0,47307	D8
78 ppm	0,47619	D9
79 ppm	0,47809	DA
80 ppm	0,48	DB
81 ppm	0,482897	DC
82 ppm	0,48583	DD
83 ppm	0,488798	DE
84 ppm	0,49180	DF
85 ppm	0,49485	E1
86 ppm	0,49793	E2
87 ppm	0,50104	E4

MCS[®]-51

8-BIT CONTROL-ORIENTED MICROCOMPUTERS

8031/8051 8031AH/8051AH 8032AH/8052AH 8751H/8751H-8

- High Performance HMOS Process
- Internal Timers/Event Counters
- 2-Level Interrupt Priority Structure
- 32 I/O Lines (Four 8-Bit Ports)
- 64K Program Memory Space
- Security Feature Protects EPROM Parts Against Software Piracy
- Boolean Processor
- Bit-Addressable RAM
- Programmable Full Duplex Serial Channel
- 111 Instructions (64 Single-Cycle)
- 64K Data Memory Space

The MCS[®]-51 products are optimized for control applications. Byte-processing and numerical operations on small data structures are facilitated by a variety of fast addressing modes for accessing the internal RAM. The instruction set provides a convenient menu of 8-bit arithmetic instructions, including multiply and divide instructions. Extensive on-chip support is provided for one-bit variables as a separate data type, allowing direct bit manipulation and testing in control and logic systems that require Boolean processing.

The 8051 is the original member of the MCS-51 family. The 8051AH is identical to the 8051, but it is fabricated with HMOS II technology.

The 8751H is an EPROM version of the 8051AH; that is, the on-chip Program Memory can be electrically programmed, and can be erased by exposure to ultraviolet light. It is fully compatible with its predecessor, the 8751-8, but incorporates two new features: a Program Memory Security bit that can be used to protect the EPROM against unauthorized read-out, and a programmable baud rate modification bit (SMOD). The 8751H-8 is identical to the 8751H but only operates up to 8 MHz.

The 8052AH is an enhanced version of the 8051AH. It is backwards compatible with the 8051AH and is fabricated with HMOS II technology. The 8052AH enhancements are listed in the table below. Also refer to this table for the ROM, ROMless, and EPROM versions of each product.

Device	Internal Memory		Timers/ Event Counters	Interrupts
	Program	Data		
8052AH	8K x 8 ROM	256 x 8 RAM	3 x 16-Bit	6
8051AH	4K x 8 ROM	128 x 8 RAM	2 x 16-Bit	5
8051	4K x 8 ROM	128 x 8 RAM	2 x 16-Bit	5
8032AH	none	256 x 8 RAM	3 x 16-Bit	6
8031AH	none	128 x 8 RAM	2 x 16-Bit	5
8031	none	128 x 8 RAM	2 x 16-Bit	5
8751H	4K x 8 EPROM	128 x 8 RAM	2 x 16-Bit	5
8751H-8	4K x 8 EPROM	128 x 8 RAM	2 x 16-Bit	5

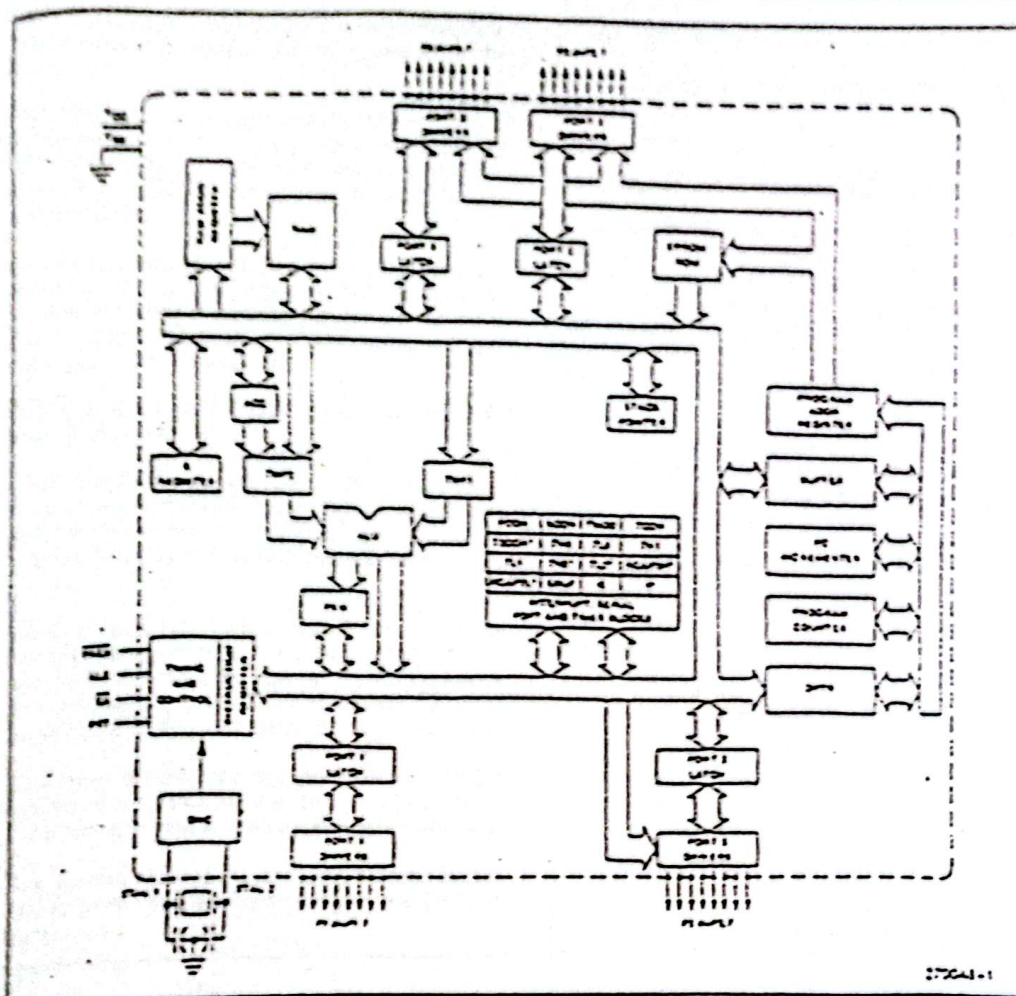


Figure 1. MCS[®]-51 Block Diagram

PACKAGES

Part	Prefix	Package Type
8051AH/ 8031AH	P O N	40-Pin Plastic DIP 40-Pin CERDIP 44-Pin PLCC
8052AH/ 8032AH	P O N	40-Pin Plastic DIP 40-Pin CERDIP 44-Pin PLCC
8751H/ 8751H-8	O R	40-Pin CERDIP 44-Pin LCC

PIN DESCRIPTIONS

V_{cc}: Supply voltage.

V_{ss}: Circuit ground.

Port 0: Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port each pin can sink 8 LS TTL inputs.

Port 0 pins that have 1s written to them float, and in that state can be used as high-impedance inputs.

Port 0 is also the multiplexed low-order address and data bus during accesses to external Program and Data Memory. In this application it uses strong internal pullups when emitting 1s and can source and sink 8 LS TTL inputs.

Port 0 also receives the code bytes during programming of the EPROM parts, and outputs the code bytes during program verification of the ROM and EPROM parts. External pullups are required during program verification.

high. When input A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

EA/PROG Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (PROG) during programming of the EPROM data.

In normal operation ALE is emitted at a constant level at the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that the ALE pulse is skipped during each access to external Data Memory.

PS/EA Program Store Enable is the read strobe to external Program Memory.

When the device is executing code from external Program Memory, **PS/EA** is activated twice each machine cycle, except that two **PS/EA** activations are required during each access to external Data Memory.

EA/Vpp External Access enable **EA** must be connected to V_{DD} in order to enable any MCS-81 device to fetch code from external Program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. **EA** must be connected to V_{DD} for internal program execution.

Note, however, that if the Security Bit in the EPROM device is programmed, the device will not latch code from any location in external Program Memory.

This pin also receives the 21V programming supply voltage (VPP) during programming of the EPROM data.

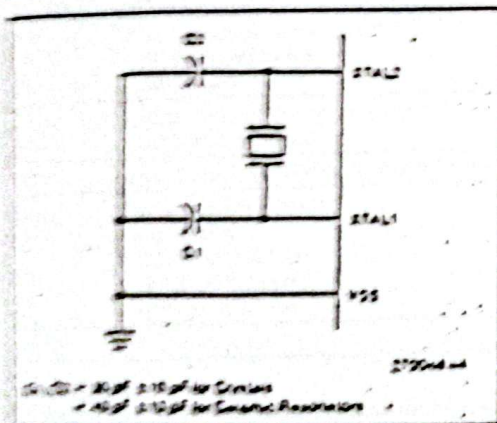


Figure 2. Oscillator Connections

XTAL1 Input to the inverting oscillator amplifier.

XTAL2 Output from the inverting oscillator amplifier.

OSCILLATOR CHARACTERISTICS

XTAL1 and **XTAL2** are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 3. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. More detailed information concerning the use of the on-chip oscillator is available in Application Note AN-155, "Oscillators for Microcomputers."

To drive the device from an external clock source, **XTAL1** should be grounded, while **XTAL2** is driven, as shown in Figure 4. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum high and low times specified on the Data Sheet must be observed.

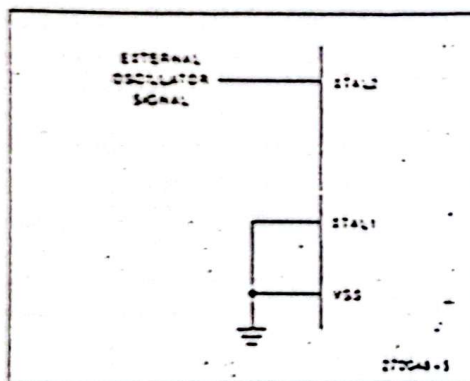


Figure 4. External Drive Configuration

DESIGN CONSIDERATIONS

If an 8751BH or 8752BH may replace an 8751H in a future design, the user should carefully compare both data sheets for DC or AC Characteristics differences. Note that the V_{IH} and I_{IH} specifications for the **EA** pin differ significantly between the devices.

Exposure to light when the EPROM device is in operation may cause logic errors. For this reason, it is suggested that an opaque label be placed over the window when the die is exposed to ambient light.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Upper Temperature Under Bias	T_C to T_{TC}
Storage Temperature	-55°C to $+150^{\circ}\text{C}$
Voltage on EA Pin to V _{CC} or V _{EE} ...	-0.5V to $+0.5\text{V}$
Voltage on Any Other Pin to V _{CC} or V _{EE} ...	-0.5V to $+V$
Power Dissipation	1.5W

*Notes: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

3.0 CHARACTERISTICS $T_C = T_C$ to T_{TC} , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$, $V_{EE} = 0\text{V}$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units	Test Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage (Except EA Pin of 87S10H & 87S10H-8)	-0.5	0.8	V	
V_{OL}	Output Low Voltage to EA Pin of 87S10H & 87S10H-8	0	0.7	V	
V_{IH}	Input High Voltage (Except XTAL2, RST)	2.0	$V_{CC} + 0.5$	V	
V_{OH}	Output High Voltage to XTAL2, RST	2.5	$V_{CC} + 0.5$	V	$XTAL1 = V_{EE}$
V_{OL}	Output Low Voltage (Ports 1, 2, 3)*		0.45	V	$I_{OL} = 1.6\text{mA}$
V_{OL}	Output Low Voltage (Port 0, ALE, FSEN)*				
			0.60	V	$I_{OL} = 0.2\text{mA}$
			0.45	V	$I_{OL} = 2.4\text{mA}$
V_{OL}	All Others		0.45	V	$I_{OL} = 0.2\text{mA}$
			0.45	V	$I_{OL} = 0.2\text{mA}$
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1, 2, 3, ALE, FSEN)	2.4		V	$I_{OH} = -80\text{ }\mu\text{A}$
V_{OH}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	2.4		V	$I_{OH} = -400\text{ }\mu\text{A}$
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1, 2, 3, RST) 80S2AH, 80S2AH		-300	μA	$V_{IN} = 0.45\text{V}$
			-500	μA	$V_{IN} = 0.45\text{V}$
I_{IL}	Logical 0 Input Current to EA Pin of 87S10H & 87S10H-8 Only		-15	mA	$V_{IN} = 0.45\text{V}$
I_{IL}	Logical 0 Input Current (XTAL2)		-3.2	mA	$V_{IN} = 0.45\text{V}$
I_{IL}	Input Leakage Current (Port 0) 87S10H & 87S10H-8		± 100	μA	$0.45 \leq V_{IN} \leq V_{CC}$
			± 10	μA	$0.45 \leq V_{IN} \leq V_{CC}$
I_{IL}	Logical 1 Input Current to EA Pin of 87S10H & 87S10H-8		500	μA	$V_{IN} = 2.4\text{V}$
I_{IL}	Input Current to RST to Activate Reset		500	μA	$V_{IN} < (V_{CC} - 1.5\text{V})$
I_{CC}	Power Supply Current				
	80S1/80S1		160	mA	
	80S1AH/80S1AH		125	mA	All Outputs Disconnected;
	80S2AH/80S2AH		175	mA	EA = V_{CC}
I_{CC}	87S10H/87S10H-8		250	mA	
C_{IN}	Pin Capacitance		10	pF	Test freq = 1 MHz

*NOTE: Load capacitance on Ports 0 and 2 may cause spurious noise pulses to be superimposed on the V_{OL} of ALE and Ports 1 and 2. The noise is due to external bus capacitance discharging into the Port 0 and Port 2 pins when these pins make 1-to-0 transitions during bus operations. In the worst cases (capacitive loading > 100 pF), the noise pulse on the ALE pin may initiate a 0.1. In such cases it may be desirable to qualify ALE with a Schmitt Trigger, or use an address latch with a Schmitt Trigger STRCSE pin.

A.C. CHARACTERISTICS $T_A = 0^\circ\text{C to } +70^\circ\text{C}; V_{CC} = 5V \pm 10\%; V_{SS} = 0V;$
 Load Capacitance for Port 0, ALE, and PSEN = 100 pF,
 Load Capacitance for All Other Outputs = 50 pF

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
1/TOLCL	Oscillator Frequency			3.5	12.0	MHz
TAHL	ALE Pulse Width	127		2TOLCL - 40		ns
TAHLL	Address Valid to ALE Low	43		TOLCL - 40		ns
TAHAX	Address Hold after ALE Low	43		TOLCL - 35		ns
TAHUV	ALE Low to Valid Instr In 8751H All Others		153 233		4TOLCL - 150 4TOLCL - 100	ns ns
TAHPL	ALE Low to PSEN Low	53		TOLCL - 25		ns
TAHPLH	PSEN Pulse Width 8751H All Others	150 215		3TOLCL - 50 3TOLCL - 35		ns ns
TAHPLV	PSEN Low to Valid Instr In 8751H All Others		100 125		3TOLCL - 150 3TOLCL - 125	ns ns
TPXIX	Input Instr Hold after PSEN	0		0		ns
TPXIZ	Input Instr Float after PSEN		53		TOLCL - 20	ns
TPXAV	PSEN to Address Valid	75		TOLCL - 5		ns
TAHIV	Address to Valid Instr In 8751H All Others		257 302		5TOLCL - 150 5TOLCL - 115	ns ns
TPLAZ	PSEN Low to Address Float		20		20	ns
TAHRLH	RD Pulse Width	400		5TOLCL - 100		ns
TAHRLW	WR Pulse Width	400		5TOLCL - 100		ns
TAHLDV	RD Low to Valid Data In		252		5TOLCL - 155	ns
TAHROX	Data Hold after RD	0		0		ns
TAHROZ	Data Float after RD		97		2TOLCL - 70	ns
TAHLDV	ALE Low to Valid Data In		517		3TOLCL - 150	ns
TAHADV	Address to Valid Data In		535		9TOLCL - 155	ns
TAHRLW	ALE Low to RD or WR Low	200	300	3TOLCL - 50	3TOLCL + 50	ns
TAHRLW	Address to RD or WR Low	203		4TOLCL - 130		ns
TAHRLW	Data Valid to WR Transition 8751H All Others	13 23		TOLCL - 70 TOLCL - 50		ns ns
TAHRLW	Data Valid to WR High	433		7TOLCL - 150		ns
TAHRLW	Data Hold after WR	33		TOLCL - 50		ns
TAHRLW	RD Low to Address Float		20		20	ns
TAHRLH	RD or WR High to ALE High 8751H All Others	33 43	133 123	TOLCL - 50 TOLCL - 40	TOLCL + 50 TOLCL + 40	ns ns

NOTE:
 *This table does not include the 8751-B A.C. characteristics (see next page).

LM136-5.0/LM236-5.0/LM336-5.0 5.0V REFERENCE DIODE

General Description

The LM136-5.0/LM236-5.0/LM336-5.0 integrated circuits are precision 5.0V shunt regulator diodes. These monolithic IC voltage references operate as a low temperature coefficient 5.0V zener with 0.60 dynamic impedance. A gold terminal on the LM136-5.0 allows the reference voltage and temperature coefficient to be trimmed easily.

The LM136-5.0 series is useful as a precision 5.0V low voltage reference for digital voltmeters, power supplies or op amp circuitry. The 5.0V make it convenient to obtain a stable reference from low voltage supplies. Further, since the LM136-5.0 operates as a shunt regulator, it can be used as either a positive or negative voltage reference.

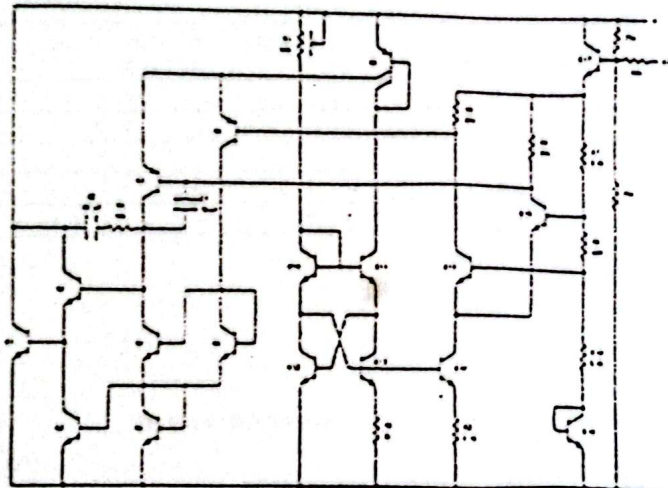
The LM136-5.0 is rated for operation over -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ while the LM236-5.0 is rated over a -25°C to $+85^{\circ}\text{C}$ temperature range. Both are packaged in a TO-46

package. The LM136-5.0 is rated for operation over -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ temperature range and is available in either lead TO-46 package or a TO-92 plastic package. For applications requiring 2.5V see LM136-2.5.

Features

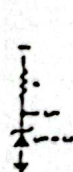
- Adjustable 4V to 6V
- Low temperature coefficient
- Wide operating current of 400 μA to 10 mA
- 0.60 dynamic impedance
- $\pm 1\%$ initial tolerance available
- Guaranteed temperature stability
- Easily trimmed for minimum temperature drift
- Fast turnon
- Three lead transistor package

Schematic Diagram

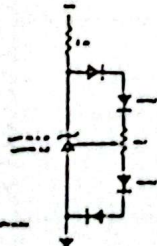


Typical Applications

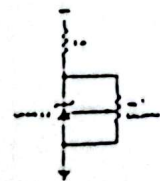
5.0V Reference



5.0V Reference with Minimum Temperature Coefficient



Trimmed 4V to 6V Reference with Temperature Coefficient Independent of Breakdown Voltage



2764 EPROM

GENERAL DESCRIPTION

8192-word x 8-bit UV Erasable and Programmable Read Only Memory. The 2764 is a 8192 word by 8 bit erasable and electrically programmable ROM. This device is packaged in a 28 pin dual in-line package with transparent lid. The transparent lid on the package allows the memory content to be erased with ultraviolet light.

FEATURES

- Single Power Supply
- Simple Programming
- Stand
- Inputs and Outputs
- Read and Program
- Access Time

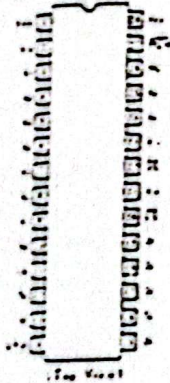
- High Performance Programming
- Low Standby current

MODE SELECTION

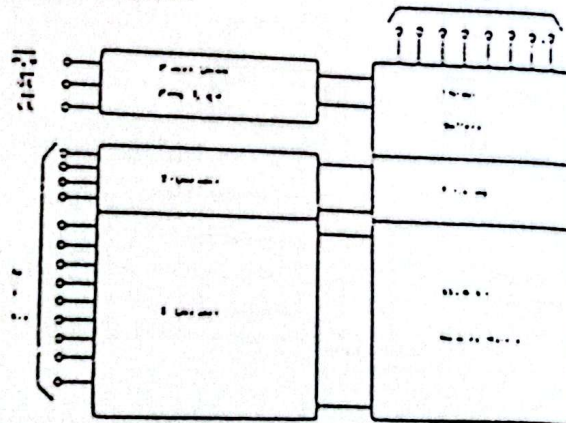
Mode	Pins	CE (12)	OE (12)	PGM (17)	V _{PP} (11)	V _{CC} (25)	Outputs (11-13, 15-19)
Read		V _L	V _L	V _L	V _{CC}	V _{CC}	Output
Stand By		V _L	1	1	V _{CC}	V _{CC}	Output
Program		V _L	1	V _L	V _{PP}	V _{CC}	High Z
Program Verify		V _L	V _L	V _L	V _{PP}	V _{CC}	Output
Program Inhibit		V _L	1	1	V _{PP}	V _{CC}	High Z

1 = don't care

PIN CONNECTION



BLOCK DIAGRAM



ADC0808, ADC0809 8-Bit μ P Compatible A/D Converters with 8-Channel Multiplexer

General Description

The ADC0808, ADC0809 data acquisition component is a monolithic CMOS device with an 8-bit analog-to-digital converter, 8-channel multiplexer and microprocessor compatible control logic. The 8-bit A/D converter uses successive approximation as the conversion technique. The converter features a high impedance chopper stabilized comparator, a high voltage divider with analog switch bias and a successive approximation register. The 8-channel multiplexer can directly access any of 8 single ended analog signals.

The device eliminates the need for external zero and full-scale adjustments. Easy interfacing to microprocessors is provided by the latched and decoded multiplexer address inputs and latched TTL TRISTATE outputs.

The design of the ADC0808, ADC0809 has been optimized by incorporating the most desirable aspects of several A/D conversion techniques. The ADC0808, ADC0809 offers high speed, high accuracy, minimal temperature dependence, excellent long-term accuracy and repeatability, and consumes minimal power. These features make this device ideally suited to applications from process and machine control to consumer and automotive applications. For 16-pin multiplexer with common output (sample/hold port) see ADC0814 data sheet. (See AN 247 for more information.)

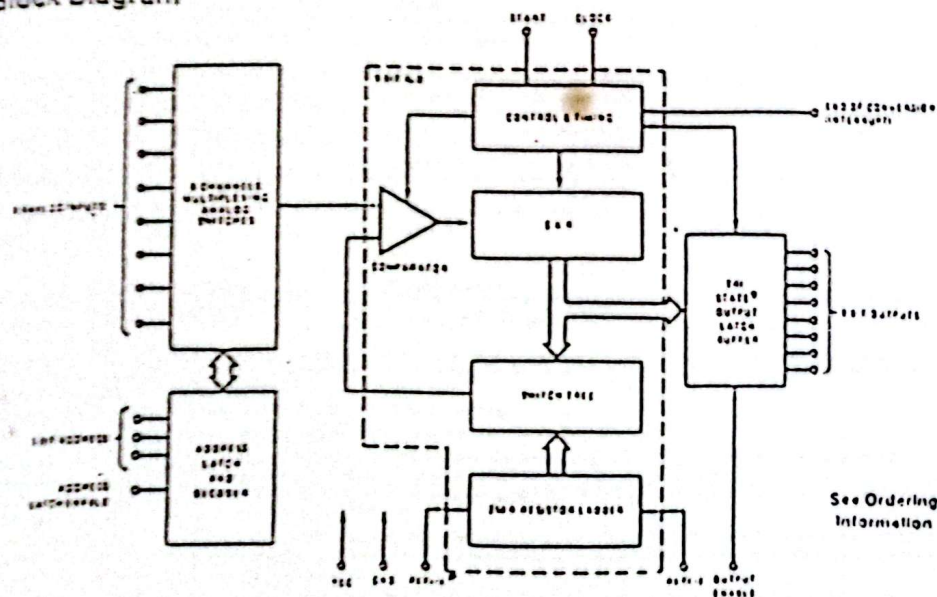
Features

- Easy interface to all microprocessors
- Operates ratiometrically or with 5 V_{CC} or analog span adjusted voltage reference
- No zero or full scale adjust required
- 8-channel multiplexer with address logic
- 0V to 5V input range with single 5V power supply
- Outputs meet TTL voltage level specifications
- Standard hermetic or molded 28 pin DIP package
- 28 pin molded clip carrier package

Key Specifications

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| ■ Resolution | 8 Bits |
| ■ Total Unadjusted Error | $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB |
| ■ Single Supply | 5 V _{CC} |
| ■ Low Power | 15 mW |
| ■ Conversion Time | 100 μ s |

Block Diagram



See Ordering Information

Electrical Characteristics (Continued)

Digital Levels and DC Specifications: $V_{DD} = V_{IH} = V_{OH} = 1.8V$, $V_{SS} = 0V$, $T_A = 25^\circ C$ unless otherwise noted.
 Analog Specifications: $V_{DD} = 1.8V$, $V_{SS} = 0V$, $T_A = 25^\circ C$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
CONTROL INPUTS						
V_{IH}	Logical "1" Input Voltage		$V_{DD} = 1.8$			V
V_{IL}	Logical "0" Input Voltage				1.5	V
I_{IH}	Logical "1" Input Current (The Control Inputs)	$V_{IH} = 1.8V$			1.0	μA
I_{IL}	Logical "0" Input Current (The Control Inputs)	$V_{IL} = 0$	-1.0			μA
I_{CC}	Supply Current	$f_{CLK} = 640 kHz$		0.3	3.0	mA
DATA OUTPUTS AND EOC (INTERUPT)						
V_{OH}	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -260 \mu A$	$V_{DD} - 0.4$			V
V_{OL}	Logical "0" Output Voltage	$I_O = 1.8 mA$			0.45	V
$V_{OL(EOC)}$	Logical "0" Output Voltage EOC	$I_O = 1.2 mA$			0.45	V
I_{OZ}	TRI-STATE Output Current	$V_O = 5V$ $V_O = 0$	-3		3	μA μA

Electrical Characteristics

Timing Specifications: $V_{DD} = V_{IH} = V_{OH} = 1.8V$, $V_{SS} = 0V$, $T_A = 25^\circ C$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{WS}	Minimum Start Pulse Width	(Figure 5)		100	200	ns
t_{WALE}	Minimum ALE Pulse Width	(Figure 5)		100	200	ns
t_{AS}	Minimum Address Set-Up Time	(Figure 5)		25	50	ns
t_{AH}	Minimum Address Hold Time	(Figure 5)		25	50	ns
t_D	Analog MUX Delay Time From ALE	$f_{CLK} = 200 kHz$ (Figure 5)		1	2.5	μs
t_{OL1}, t_{OL2}	OE Control to Q Logic State	$C_L = 50 pF$, $R_L = 10k$ (Figure 8)		125	250	ns
t_{OL1}, t_{OL2}	OE Control to Hi-Z	$C_L = 10 pF$, $R_L = 10k$ (Figure 8)		125	250	ns
t_c	Conversion Time	$f_{CLK} = 640 kHz$ (Figure 5) (Note 7)	90	100	116	μs
f_{CLK}	Clock Frequency		10	640	1250	kHz
t_{EOC}	EOC Delay Time	(Figure 5)	0		1.2 μs	Clock Transitions
C_{in}	Input Capacitance	All Control Inputs		10	15	pF
C_{out}	TRI-STATE Output Capacitance	All TRI-STATE Outputs, (Note 12)		10	15	pF

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC parameters should only be applied when operating the device within the specified operating conditions.

Note 2: All voltages are measured with respect to GND, unless otherwise specified.

Note 3: A power supply is connected, externally, from V_{DD} to GND and has a typical breakdown voltage of 1 V_{DD}.

Note 4: Two on-chip diodes are tied to each analog input which will forward conduct for analog input voltages and diode drop below ground or into diode drop greater than the V_{DD} supply. The input signals 100 mV and forward bias of either diode. This means that as long as the analog V_{IN} is within the range of the supply voltage by more than 100 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute V_{IN} to V_{DD} input voltage range and therefore require a minimum supply voltage of 1.8 V_{DD} over temperature variations, load tolerances and loading.

Note 5: Total unclassified error includes offset, full scale linearity, and multiplexer error. See Figure 3. Error of these A/Ds requires a gain calibration adjustment of approximately 0.5% of full scale is required for an analog input other than 0.5V, and a range full scale span over the range 0.5V to 1.5V full scale and the reference voltage can be adjusted to achieve this. See Figure 13.

Note 6: Sample and hold current is a bias current only to put the circuit in a high impedance state. The bias current is provided by a 100 pF capacitor and the full scale temperature dependence is shown in Figure 14. See paragraph 4.5.

Note 7: The outputs of the data register are updated one clock cycle before the next edge of CLK.

Note 8: Input body model, 100 pF capacitor and through a 1.5 k Ω resistor.

Functional Description

Multiplexer. The device contains an 8-channel single-ended analog signal multiplexer. A particular input channel is selected by using the address decoder. Table 1 shows the input states for the address lines to select any channel. The address is latched into the decoder on the low-to-high transition of the address latch enable signal.

TABLE 1

SELECTED ANALOG CHANNEL	ADDRESS LINE		
	C	B	A
IN0	L	L	L
IN1	L	L	H
IN2	L	H	L
IN3	L	H	H
IN4	H	L	L
IN5	H	L	H
IN6	H	H	L
IN7	H	H	H

CONVERTER CHARACTERISTICS

The Converter

The heart of this single chip data acquisition system is its 8-bit analog-to-digital converter. The converter is designed

to give fast, accurate, and repeatable conversions over a wide range of temperatures. The converter is partitioned into 3 major sections: the 256R ladder network, the successive approximation register, and the comparator. The converter's digital outputs are positive true.

The 256R ladder network approach (Figure 1) was chosen over the conventional R/2R ladder because of its inherent monotonicity, which guarantees no missing digital codes. Monotonicity is particularly important in closed loop feedback control systems. A non-monotonic relationship can cause oscillations that will be catastrophic for the system. Additionally, the 256R network does not cause load variations on the reference voltage.

The bottom resistor and the top resistor of the ladder network in Figure 1 are not the same value as the remainder of the network. The difference in these resistors causes the output characteristic to be symmetrical with the zero and full-scale points of the transfer curve. The first output transition occurs when the analog signal has reached $\pm 1/2$ LSB and succeeding output transitions occur every 1 LSB later up to full-scale.

The successive approximation register (SAR) performs 8 iterations to approximate the input voltage. For any SAR type converter, n-iterations are required for an n-bit converter. Figure 2 shows a typical example of a 3 bit converter. In the ADC0808, ADC0809, the approximation full-range is extended to 8 bits using the 256R network.

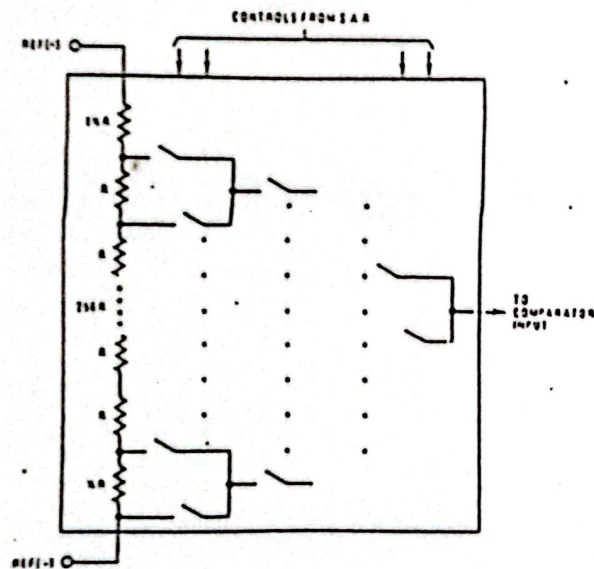


FIGURE 1. Resistor Ladder and Switch Tree

Functional Description (Continued)

The A/D converter's successive approximation register (SAR) is reset on the positive edge of the start conversion (SC) pulse. The conversion is begun on the falling edge of the start conversion pulse. A conversion in process will be interrupted by receipt of a new start conversion pulse. Continuous conversion may be accomplished by tying the end-of-conversion (EOC) output to the SC input. If used in this mode, an external start conversion pulse should be applied after power up. End-of-conversion will go low between 0 and 8 clock pulses after the rising edge of start conversion. The most important section of the A/D converter is the comparator. It is this section which is responsible for the ultimate accuracy of the entire converter. It is also the

comparator drift which has the greatest influence on the repeatability of the device. A chopper-stabilized comparator provides the most effective method of satisfying all the converter requirements.

The chopper-stabilized comparator converts the DC input signal into an AC signal. This signal is then fed through a high gain AC amplifier and has the DC level restored. This technique limits the drift component of the amplifier since the drift is a DC component which is not passed by the AC amplifier. This makes the entire A/D converter extremely insensitive to temperature, long term drift and input offset errors.

Figure 4 shows a typical error curve for the ADC0809 as measured using the procedures outlined in AT-179.

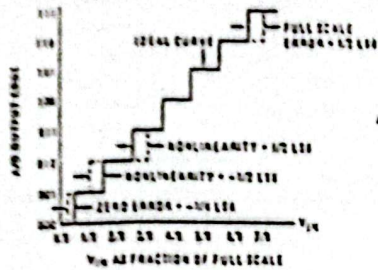


FIGURE 2. 3-Bit A/D Transfer Curve

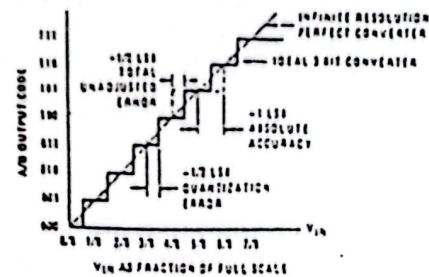


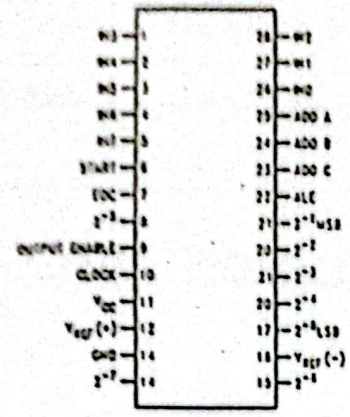
FIGURE 3. 3-Bit A/D Absolute Accuracy Curve



FIGURE 4. Typical Error Curve

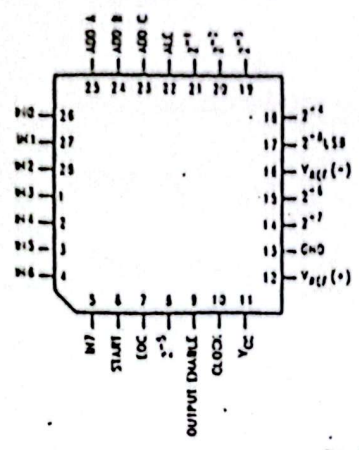
Connection Diagrams

Dual-In-Line Package



Order Number ADC0808CCN, ADC0809CCN,
ADC0808CCJ or ADC0809CCJ
See NS Package J28A or N28A

Molded Chip Carrier Package



Order Number ADC0808CCV or ADC0809CCV
See HS Package V28A

Timing Diagram

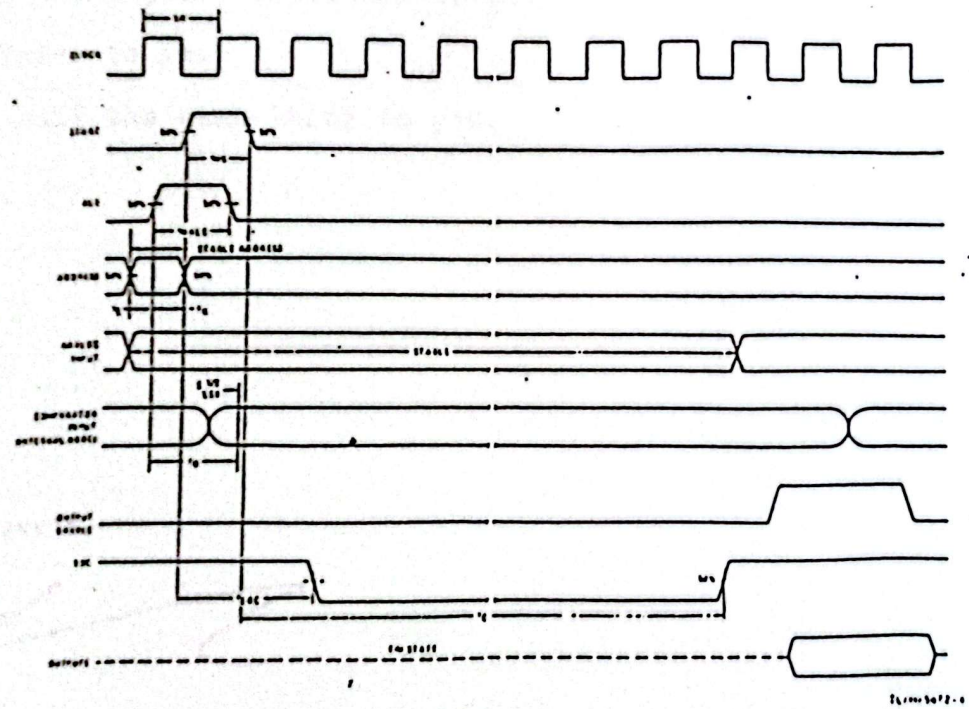


FIGURE 5

FIGARO ENGINEERING INC.

1-5-11 Senbanishi, Mino Osaka, 562 JAPAN
TEL: 81-727-28-2561 FAX: 81-727-28-0467

TO: Antennas

DATE: January 9, 1997

ATTN: _____

REF. NO. 97/35

FROM: Mr. K. Saito, Marketing Dept.

FAX TOTAL / PAGE(S)

Dear Sir,

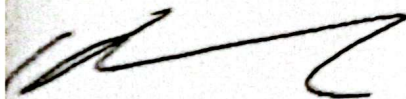
Thank you for your fax of Jan. 9, 1997.

We are attaching our catalogue of TGS 822.

Please refer to it.

We will mail the same thing to you.

Best Regards,



Attached paper: 7

2/8

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 fixed in 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 3. One electrode is connected to the pins No 1 and 3 by the lead wire, and the other is connected to pins 4 and 5.



Fig 1 Structure of the TGS822

2. Basic Measuring Circuit

Fig 2 shows the basic measuring circuit for the TGS822. The voltage across the load resistor (R_L) either AC or DC is the measured output signal (V_{out}) can be converted into the

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

V_{out} : output voltage
 I_{out} : heater current
 R_L : load resistor
 V_{in} : input voltage

Operating Conditions

For the maximum measurement of the gas concentration for the TGS822, the operating conditions of the sensor cannot be ignored. The combination of the operating conditions for the TGS822 is as follows:

Table 1: Operating Conditions of the TGS822

Parameter	Symbol	Rating	Remark
Operating Voltage	V_{cc}	2V to 5V	AC or DC
Operating Current	I_{cc}	5V to 2V	AC or DC
Operating Temperature	T_{op}	15 to 45°C	Operating temperature range
Operating Humidity	H_{op}	10% to 90%	Operating humidity range
Operating Pressure	P_{op}	101.3 kPa	Operating pressure range

Specifications

Specifications of the TGS 822 are shown in Table II-V and Fig.3.

Table II. Electric and sensitivity characteristics

Items	Conditions	Rating
Sensitivity (R_a)	R_a in 300 ppm ethanol/air	1 K Ω -10 K Ω *
Change ratio of resistance	R_a in 300 ppm ethanol/air R_a in 30 ppm ethanol/air	0.4 $\pm$ 0.1*
Stability resistance (R_s)	at room temperature	35 Ω $\pm$ 3 Ω
Maximum power consumption	V_a =5V	860mW $\pm$ 55mW

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

Table III. Standard test conditions

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

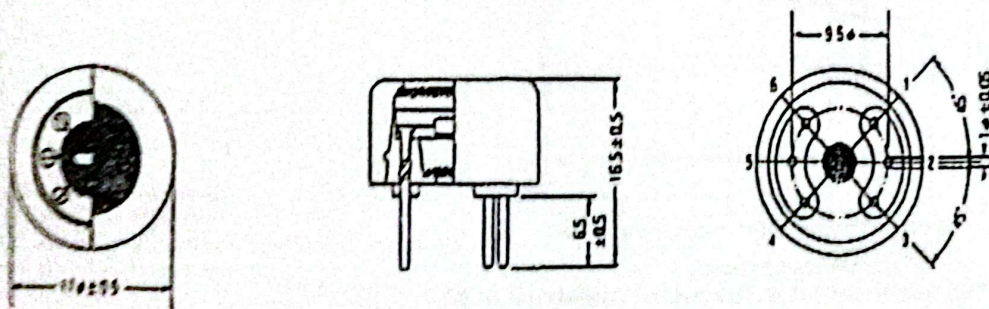
Table IV. Mechanical durability

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 μ m)
Lead wire	Gold alloy (Diameter: 80 μ m)
Encasing	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 resistance measured at various concentrations of gases compared with the sensor resistance at 300ppm ethanol vapor. Reduction of gases and vapors make the sensor resistance increase. 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.

No sensor resistance at 300ppm of ethanol in air.
Rs: 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).

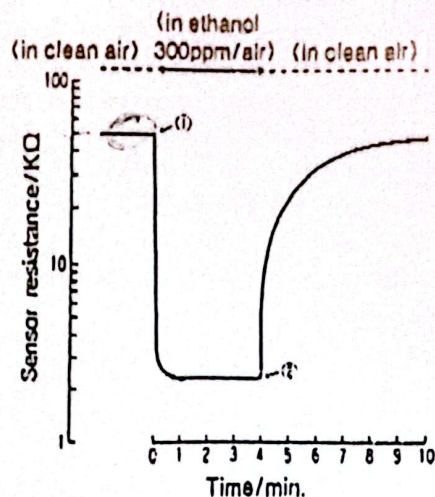


Fig. 5. Response of the TGS 822

5.3. Dependency on Temperature and Humidity

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

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

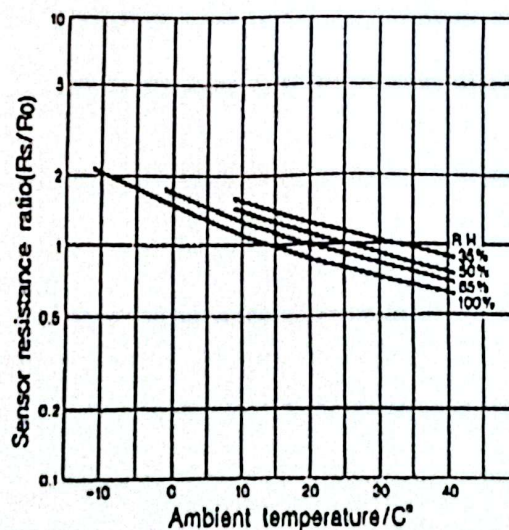


Fig. 6. Dependency on temperature and humidity of the TGS 822

4. Initial Action

When the TGS822 is energized after a long storage without energizing, the sensor resistance drops largely in just 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 over 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. In 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 12-30 seconds to shorten this period before the sensor is operated at a specified sensor temperature. This is termed "heat-cleaning". (Refer to the chapter 5)

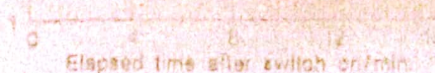


Fig. 7. Initial action of the TGS 822

Note: The sensor was stored for 1 month without energizing in natural air during summer time in Japan.

5. Stability

The sensitivity of the TGS822 is very stable over a long period in continuous or intermittent operation as shown in Fig. 8. In the case of continuous operation, the TGS822 requires a certain period to reach a stable sensitivity after switch on. This initial transitional period depends on a storage period, but doesn't exceed seven days. Such excellent stability is one of the most advantageous features of the TGS822.

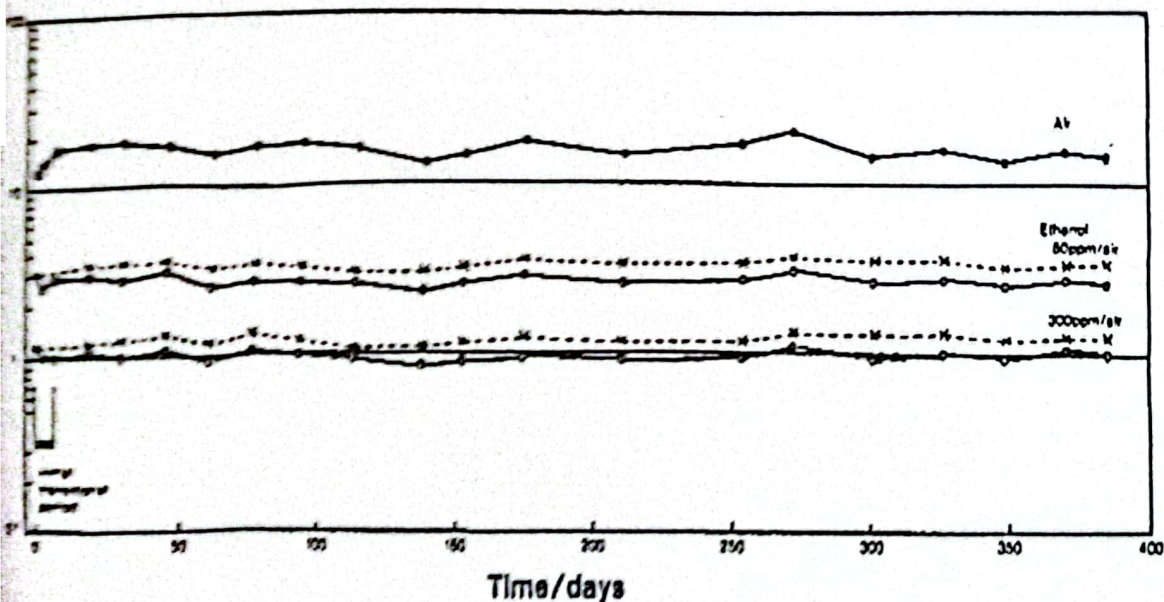


Fig. 8. Stability

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

— Energized in natural air. (●○) Measured after the energizing in 20°C, 65%RH.
— Unenergized in natural air. (x)