

**PENDETEKSI KADAR CO2 PADA RUANGAN PABRIK
BERBASIS MIKROKONTROLLER AT 89S52**



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ardhya Dion Alesandrio

Nim : 0852204



**JURUSAN TEKNIK ENERGI LISTRIK D-III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2012

RESEARCH AND ANALYSIS CENTER FOR POLITICAL ECONOMY
STUDIES IN DEVELOPMENT ECONOMY

RESEARCH REPORT

NO. 100

RESEARCH REPORT NO. 100 : 1970
RESEARCH REPORT NO. 100 : 1970

RESEARCH REPORT NO. 100 : 1970
RESEARCH REPORT NO. 100 : 1970
RESEARCH REPORT NO. 100 : 1970

LEMBAR PERSETUJUAN
PENDETEKSI KADAR GAS CO₂ PADA RUANGAN PABRIK
BERBASIS MIKROKONTROLER AT89252

TUGAS AKHIR

Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Diploma III Teknik Listrik

Disusun Oleh :

ARDHYA DION ALESANDRIO
Nim : 08.52.204

Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknik Elektro D-III

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing


Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y 1018700151


Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y. 1028400082

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK D-III
KONSENTRASI ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : ARDHYA DION ALESANDRIO
NIM : 08.52.204
JURUSAN : TEKNIK ELEKTRONIKA D III
JUDUL TUGAS AKHIR : PENDETEKSI KADAR CO₂ BERLEBIHAN PADA RUANGAN
PABRIK BERBASIS MIKROKONTROLLER AT 89S52

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Jenjang Program Diploma Tiga (DIII), pada :

Hari/Tanggal : Selasa / 21 – 02 – 2012

Dengan nilai :

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y 1018700151

Sekretaris

Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y 10128700172

Anggota Penguji I

Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y. 10128700172

Anggota Penguji II

Sonny Prasetio, ST, MT
NIP. P. 1031000433

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan ridhonya kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di Institut Teknologi Nasional Malang.

Terwujudnya Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari semua pihak. Oleh karena itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Listrik D-III
2. Bapak Bambang Prio Hartono. ST, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
3. Para Dosen Pengajar di Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ayah, Ibu dan Adik ku yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan baik secara moril maupun materil.
5. Teman-teman kuliah di Jurusan Teknik Elektro D-III '08 yang telah memberikan bantuan serta semangat.
6. Teman-teman CREW sawojajar Mas Yudi, Cak Julon , Cak Ob , Fajar yang sudah membantu dalam dalam penyelesaian Tugas Akhir.
7. Teman-teman CREW Singo Deni, Agung, dan Arma yang memberikan motifasi dan dukungan sehingga dapat terselesaikannya Laporan ini.

8. Seluruh Teman-teman, Dosen, serta Pejabat Struktural yang ada di kampus Institut Teknologi Nasional Malang.
9. Terimakasih pada semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu hingga terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini banyak kekurangan dan kesalahan yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata kami berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi penyusun pada khususnya dan juga bagi para pembaca pada umumnya.

Wasalamualaikum Warohmatullohi Wabarokatu.

Malang, 16 Februari 2012

Penyusun

PENDETEKSI KADAR CO₂ BERLEBIH PADA RUANGAN PABRIK BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52

ABSTRAK

Ardhya Dion A.2012”*Pendeteksi Kadar CO₂ Berlebih Pada Ruangan Pabrik Berbasis Mikrokontroler AT89S52*”. Tugas Akhir.Teknik Elektronika ITN MALANG

Pencemaran udara adalah suatu kondisi dimana kondisi udara rusak dan terkontaminasi oleh zat-zat, baik yang tidak berbahaya maupun yang membahayakan kesehatan tubuh manusia. Salah satu gas pencemar udara adalah karbondioksida. Banyaknya kasus keracunan gas CO₂ dalam ruangan karena karakteristik gas CO₂ yang tak berwarna dan tak berbau, sehingga kita tidak dapat mengetahui kadar yang sekarang dihirup berbahaya atau tidak.

Dengan demikian dibutuhkan sebuah alat yang dapat mengamati dari kadar CO₂ berlebih. Mikrokontroler AT89S52 digunakan sebagai tempat pemroses data dan pengatur kadar CO₂ dalam model ruangan yang hasil perhitungannya ditampilkan melalui Dotmatriks. Selisih tegangan keluaran dari sensor TGS4161 digunakan sebagai indikator perubahan kadar CO₂. Kadar CO₂ dalam ruangan menurut NIOSH (National Institute for Occupational Safty and Health) aman untuk manusia adalah tidak lebih dari 1000 ppm. Sistem akan berusaha menampilkan kadar CO₂ dalam model ruangan.

Dari penganalisaan alat didapatkan nilai error yang cukup tinggi sebesar 24,03% sehingga belum cukup untuk dijadikan suatu acuan yang cukup akurat dan membutuhkan penyempurnaan lagi.

Kata kunci : Kadar, CO₂,Mikrokontroler AT89S52,Sensor TGS4161.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR

LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

LEMBAR PENGUJI TUGAS AKHIR

LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

| | |
|----------------------|------|
| KATA PENGANTAR | i |
| ABTRAKSI | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|----------------------------------|---|
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah | 3 |
| 1.5. Metodologi..... | 3 |
| 1.6. Tinjauan Pustaka..... | 5 |
| 1.7. Sistematika Pembahasan..... | 5 |

BAB II LANDASAN TEORI

| | |
|---|----|
| 2.1. Mikrokontroler AT89S52 | 7 |
| 2.1.1. Fitur-fitur AT89S52..... | 7 |
| 2.1.2. Konfigurasi Pin AT89S52 | 9 |
| 2.2. Sensor TGS4161 | 12 |
| 2.3. Real Time Clock(RTC)..... | 14 |
| 2.4. DotMatriks..... | 14 |
| 2.5. AT28C16 (EEPROM) | 16 |
| 2.6. PCF8591(ADC)..... | 17 |
| 2.7. 74LS164(SIPO) | 18 |
| 2.8. Dioda..... | 20 |
| 2.8.1 Karakteristik Arus pada Dioda | 21 |
| 2.9. Transformator | 23 |
| 2.10. Transistor | 27 |
| 2.10.1 Transistor NPN | 29 |
| 2.10.2 Transistor PNP..... | 31 |

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

| | |
|---|----|
| 3.1. Diagram Bloak Rangkaian..... | 34 |
| 3.2. Perancangan Hardware | 35 |
| 3.2.1 Perancangan Sensor dan Pengkondisi Sinyal | 35 |
| 3.2.2 Rangkaian ADC..... | 38 |
| 3.2.3 Hardware AT89S52 | 39 |
| 3.2.3.1 Perancangan Rangkaian Clock | 39 |

| | |
|--|----|
| 3.2.3.2 Perancangan Rangkaian Reset | 40 |
| 3.2.4 Rangkaian Driver Baris | 45 |
| 3.2.5 Rangkaian Driver Kolom..... | 46 |
| 3.2.6 Rangkaian Driver Baris | 47 |
| 3.2.7 Rangkaian Catu Daya | 47 |
| 3.2.8 Real Time Clock (RTC)..... | 49 |
| 3.2.9 Prinsip Kerja Rangkain Keseluruhan | 49 |
| 3.2.10 Flowchart Alat Pendeteksi Kadar Gas CO2 | 51 |

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

| | |
|--|----|
| 4.1. Pengujian Alat Per Blok Rangkaian | 52 |
| 4.2. Pengujian TGS 4161 | 52 |
| 4.2.1 Tujuan | 52 |
| 4.2.2 Peralatan yang digunakan | 52 |
| 4.2.3 Langkah Pengujian | 53 |
| 4.2.4 Hasil Pengukuran..... | 53 |
| 4.2.5 Analisa Pengujian | 55 |
| 4.3. Pengujian Pengkondisi Sinyal | 56 |
| 4.3.1 Tujuan | 56 |
| 4.3.2 Peralatan yang digunakan | 56 |
| 4.3.3 Langkah Pengujian | 56 |
| 4.3.4 Hasil Pengukuran..... | 57 |
| 4.3.5 Analisa Pengujian | 59 |
| 4.4. Pengujian Mikokontroler | 59 |
| 4.4.1 Tujuan | 59 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 4.4.2 Peralatan yang digunakan | 60 |
| 4.4.3 Langkah Pengujian | 60 |
| 4.4.4 Hasil Pengukuran..... | 61 |
| 4.4.5 Analisa Pengujian | 62 |
| 4.5. Pengujian Dotmatriks | 62 |
| 4.5.1 Tujuan | 62 |
| 4.5.2 Peralatan yang digunakan | 62 |
| 4.5.3 Langkah Pengujian | 62 |
| 4.5.4 Hasil Pengukuran..... | 63 |
| 4.5.5 Analisa Pengujian | 64 |
| 4.6. Pengujian Driver Dotmatriks..... | 65 |
| 4.6.1 Tujuan | 65 |
| 4.6.2 Peralatan yang digunakan | 65 |
| 4.6.3 Langkah Pengujian | 65 |
| 4.6.4 Hasil Pengukuran..... | 65 |
| 4.6.5 Analisa Pengujian | 67 |
| 4.7. Pengujian Catudaya | 67 |
| 4.7.1 Tujuan | 67 |
| 4.7.2 Peralatan yang digunakan..... | 67 |
| 4.7.3 Langkah Pengujian | 67 |
| 4.7.4 Hasil Pengukuran..... | 68 |
| 4.7.5 Analisa Pengujian | 68 |
| 4.8. Pengujian Alat Keseluruhan | 69 |

BAB V PENUTUP

| | |
|------------------------|----|
| 5.1. Kesimpulan | 77 |
| 5.2. Saran-saran | 78 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| TABEL 2 .1. Fungsi khusus <i>Port 3</i> | 10 |
| TABEL 3 . 1. Keterangan Diagram Blok | 44 |
| TABEL 3 . 2 Keterangan pin-pin yang dipakai pada rangkaian minimum mikrokontroler AT89S52..... | 42 |
| TABEL 4 .1. Hasil Pengujian Sensor Gas..... | 54 |
| TABEL 4 . 2 Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal..... | 57 |
| TABEL 4 . 3 Hasil Pengujian sistem Mikrokontroler | 61 |
| TABEL 4 . 4. Hasil Pengukuran Tegangan Pada Driver Dotmatriks..... | 63 |
| TABEL 4 . 5 Hasil Pengukuran Arus Pada Driver Dotmatriks | 65 |
| TABEL 4 . 6. Hasil Perbandingan pada catu daya | 68 |
| TABEL 4 . 7. Hasil Pengujian Alat secara Keseluruhan | 69 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| GAMBAR 2 . 1. Blok Diagram AT89S52 | 8 |
| GAMBAR 2 . 2. Konfigurasi Pin IC AT89S52..... | 9 |
| GAMBAR 2 . 3. Sensor GasTGS4161 | 12 |
| GAMBAR 2 . 4. Karakteristik sensitifitas TGS4161 | 13 |
| GAMBAR 2 . 5 Real Time Clock | 14 |
| GAMBAR 2 . 6 Display Dotmatrik 5x7..... | 15 |
| GAMBAR 2 . 7 Pin IC AT28C16 | 17 |
| GAMBAR 2 . 8 PCF 8591..... | 18 |
| GAMBAR 2 . 9 Kurva Karakteristik Forward V-I dioda..... | 21 |
| GAMBAR 2 . 10 Dioda | 23 |
| GAMBAR 2 . 11 Transformator..... | 27 |
| GAMBAR 2 . 12 Simbol Transistor dari berbagai Tipe..... | 28 |
| GAMBAR 2 . 13 Struktur dan sinyal dari transistor NPN | 29 |
| GAMBAR 2 . 14 Rangkaian Common Emmitter Input AC..... | 30 |
| GAMBAR 2 . 15 Karakteristik Common Transistor..... | 31 |

| | |
|---|----|
| GAMBAR 2 . 16 Struktur Dan Sinyal Dari Transistor PNP | 31 |
| GAMBAR 2 . 17 Rangkaian Common Base Transistor..... | 32 |
| GAMBAR 2 . 18 Karakteristik Kurva Common Base | 32 |
| GAMBAR 3 . 1. Blok Diagram alat | 34 |
| GAMBAR 3 . 2. Rangkaian Sensor dan pengkondisi sinyal..... | 37 |
| GAMBAR 3 . 2 Rangkaian Analog Digital Converter (ADC)..... | 39 |
| GAMBAR 3 . 3 Rangkaian Clock | 40 |
| GAMBAR 3 . 4 Perancangan rangkaian Reset..... | 42 |
| GAMBAR 3 . 5 Rangkaian Minimum system..... | 43 |
| GAMBAR 3 . 6 Perangkaian Driver Baris | 45 |
| GAMBAR 3 . 7 Perangkaian Driver Kolom | 46 |
| GAMBAR 3 . 8 Gambar Rangkaian Memory eksternal..... | 47 |
| GAMBAR 3 . 9 Gambar Rangkaian Catu Daya..... | 48 |
| GAMBAR 3 . 10 Gambar Rangkaian RTC | 49 |
| GAMBAR 3 . 11 Flow Chart..... | 51 |
| GAMBAR 4 . 1. Gambar Pengukuran Tegangan pada sensor tidak terkena CO2..... | 54 |
| GAMBAR 4 . 2. Gambar Pengukuran Tegangan pada sensor terkena CO2..... | 54 |

| | |
|---|----|
| GAMBAR 4 . 3 Diagram Blok Penguji Op-Amp..... | 56 |
| GAMBAR 4 . 4 Gambar Pengukuran Tegangan Op-Amp tidak terkena CO2..... | 58 |
| GAMBAR 4 . 5 Gambar Pengukuran Tegangan Op-Amp terkena CO2 | 58 |
| GAMBAR 4 . 6 Diagram Blok Pengujian Mikrokontroler | 60 |
| GAMBAR 4 . 7 Gambar Percobaan Dotmatriks | 62 |
| GAMBAR 4 . 8 Pengukuran Tegangan Pada Dotmatriks | 63 |
| GAMBAR 4 . 9 Gambar Arus pada Transistor 9013 | 66 |
| GAMBAR 4 . 10 Gambar Arus pada Transistor TIP32 | 66 |
| GAMBAR 4 . 11 Pengukuran Teg Regulator..... | 68 |
| GAMBAR 4 . 12 Karakteristik Sensor | 70 |
| GAMBAR 4 . 13 Pengukuran konsentrasi CO2 pada saat 380 | 71 |
| GAMBAR 4 . 14 Pengukuran konsentrasi CO2 pada saat 470 | 71 |
| GAMBAR 4 . 13 Pengukuran konsentrasi CO2 pada saat 530 | 72 |
| GAMBAR 4 . 14 Pengukuran konsentrasi CO2 pada saat 710 | 72 |
| GAMBAR 4 . 13 Pengukuran konsentrasi CO2 pada saat 890 | 73 |
| GAMBAR 4 . 14 Pengukuran konsentrasi CO2 pada saat 1370 | 73 |
| GAMBAR 4 . 13 Pengukuran konsentrasi CO2 pada saat 2060 | 74 |

GAMBAR 4 . 14 Pengukuran konsentrasi CO2 pada saat 3770 74

GAMBAR 4 . 14 Gambar Spesifikasi Alat 75

1BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi yang pesat telah banyak membawa perubahan bagi kehidupan manusia. Di setiap kehidupan bahkan tidak jarang manusia lupa bahkan mengabaikan keselamatannya, disadari ataupun tidak kekebalan atau ketahanan tubuh manusia memiliki batas yang akan mempengaruhi kinerja ataupun pekerjaan dari manusia tersebut.

Dalam lingkungan perusahaan juga begitu terutama dalam suatu pabrik, biasanya dalam suatu pabrik terjadi suatu proses pembakaran atau proses menjalankan suatu mesin yang tentunya akan menghasilkan gas buang salah satunya yaitu Karbondioksida (CO₂) yang tidak baik untuk kesehatan manusia. Kadar karbondioksida (CO₂) dalam ruangan menurut NIOSH (National Institute For Occupational Safety and Health) aman untuk manusia adalah tidak lebih dari 1000ppm, jika itu terhirup masuk ke dalam tubuh manusia akibatnya juga cukup fatal dalam jangka pendek orang yang menghirup gas Karbondioksida akan terserang gangguan infeksi saluran pernafasan akut atau di sebut ISPA bahkan dalam jangka panjang suatu manusia akan terkena Kanker, Paru-Paru sampai dengan kematian pun dapat terjadi. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)

Sangatlah penting adanya suatu alat yang berfungsi Sebagai Pengingat atau pemberitahu otomatis agar tidak menghirup gas-gas yang tidak diperlukan

oleh tubuh tersebut. Mikrokontroller AT89S52 sebagai pemrosesan dan pengontrol, Selisih Tegangan keluaran dari TGS 4161 digunakan sebagai indikator perubahan kadar CO₂. Proses otomatisasi tersebut dikontrol menggunakan pemrograman mikrokontroler sehingga dapat menghitung jumlah kadar karbondioksida melalui seven dot matrix jika ingin mengetahui apakah cukup aman kadar CO₂ di ruangan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam pembuatan alat " *Pendeteksi Kadar CO₂ Berlebih Dalam Ruangan Pabrik Berbasis Mikrokontroler AT 89S52*" rumusan masalah ditekankan pada:

1. Bagaimana cara mengkalibrasikan sensor gas CO₂.
2. Bagaimana membuat atau merancang rangkaian alat sensor sebagai pendeteksi kadar CO₂.
3. Bagaimana mengaplikasikan mikrokontroler AT 89S52 sebagai pengolah data yang digunakan sebagai pendeteksian kadar CO₂ berlebih dalam suatu ruangan.

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan mikrokontroller sebagai alat pendeteksian konsentrasi CO₂.
2. Memanfaatkan sensor gas TGS4161 sebagai pendeteksi kadar CO₂ berlebih dalam suatu ruangan.

3. Memanfaatkan Alat ini sebagai alat Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) dalam lingkungan perusahaan .

1.4 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini sebagai batasan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

- a. Mengkalibrasikan Sensor CO₂ TGS4161 untuk pendeteksian.
- b. Tidak membahas proses kimia lebih dalam yang terjadi pada sensor TGS4161.
- c. Penghitungan konsentrasi kadar CO₂ dengan menggunakan Dotmatrix.
- d. Alat ini tidak terlalu peka jika ditempatkan pada ruangan yang terbuka, tergantung kebutuhan.
- e. Tidak membahas adanya pendeteksian Gas berbahaya lain dalam ruangan kecuali gas CO₂.

1.5 Metodologi

Untuk mencapai tujuan di atas maka ditempuh langkah – langkah sebagai berikut :

1. Studi Literatur Tentang Teori Penunjang Tugas Akhir

Mempelajari secara teoritis dan praktis tentang Dotmatrix, Sensor, Driver Dotmatrix dan pemrograman mikrokontroler, serta alat penunjang lain.

2. Perancangan Sistem (Software,Hardware)

Melakukan perancangan system Tugas Akhir secara umum, yaitu menampilkan kadar konsentrasi CO₂ pada ruangan sebagai alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja di suatu pabrik.

3. Pembuatan Alat

Membuat Tugas Akhir bagian per bagian dimulai dari rangkaian penunjang sampai rangkaian utama.

4. Pengujian Alat.

Melakukan pengujian dan analisa terhadap hasil program untuk menggerakkan masing-masing driver pada alat control yang sudah dibuat.

5. Penyempurnaan Alat

Perbaikan terhadap kerusakan dan penyempurnaan dari system yang dibuat agar sesuai dengan harapan.

6. Pembahasan

Menyimpulkan hasil perencanaan dan pembuatan serta penyempurnaan alat agar dengan hasil pengujian, sehingga tersusunlah buku laporan Tugas Akhir.

1.6 TINJAUAN PUSTAKA

Ada banyak kandungan gas yang ada dalam udara, dan tidak semua yang ada di udara boleh dihirup oleh tubuh. Jika udara yang dihirup

tercemar dengan gas CO, CO₂, dan NO_x maka udara tersebut dapat meracuni tubuh. Gas CO₂ pada konsentrasi tertentu dapat membuat pusing, sedangkan gas NO_x dapat merusak paru-paru. Dengan berkembangnya industri maka semakin banyak gas-gas berbahaya yang dihasilkan sehingga dapat mengancam kesehatan tubuh. Gas-gas tersebut akan mencemari udara yang ada di lingkungan sehingga tanpa sadar akan terhirup dan masuk ke dalam tubuh, kemudian secara bertahap tubuh akan merasakan dampaknya. Akan lebih berbahaya lagi jika gas-gas tersebut terkonsentrasi di dalam suatu ruangan, karena kemungkinan jumlah udara yang dihirup akan lebih banyak dan tubuh akan lebih cepat merasakan dampaknya. Gas CO₂ tidak berbau dan tidak dapat dilihat, oleh karena itu manusia tidak akan dapat mengetahui jika ada gas-gas tersebut disekitarnya. Manusia baru bisa tahu jika sudah merasakan dampaknya.

1.7 SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Setelah dilakukan proses pelaksanaan dan pembuatan alat pada Tugas Akhir ini, mulai dari studi literatur, pembuatan, perencanaan, pembuatan, pengujian, dan perbaikan, secara analisa dan hasil-hasil yang didapat, maka untuk pembahasan selengkapnya diwujudkan dalam bentuk buku laporan Tugas Akhir ini dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, tinjauan pustaka, dan sistematika pembahasan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Berisi teori dasar yang relevan sesuai dengan permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan dan peralatan yang digunakan

BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini membuat tentang perencanaan mekanik alat, pembuatan alat, skema rangkaian urutan perencanaan alat atau instrument yang digunakan, pengujian atau pengukuran rangkaian dan diagram alir.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini memuat uraian pembahasan tentang hasil pengujian yang telah dibuat serta diikuti pengukuran data.

BAB V : PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Mikrokontroller AT89S52

Mikrokontroller, sesuai dengan namanya adalah suatu alat atau komponen pengontrol atau pengendali yang berukuran kecil (mikro). Mikrokontroller lebih unggul dibandingkan dengan mikroprocessor, hal ini disebabkan karena :

- Tersedia I/O

I/O dalam mikrikontroller sudah tersedia, bahkan untuk AT89S51 ada 32 jalur I/O, sementara pada mikroprocessor dibutuhkan IC tambahan untuk menangani I/O.

- Memori internal

Memori merupakan media untuk menyimpan program dan data sehingga mutlak harus ada. Mikroprocessor belum memiliki memori internal sehingga memerlukan IC memori internal.

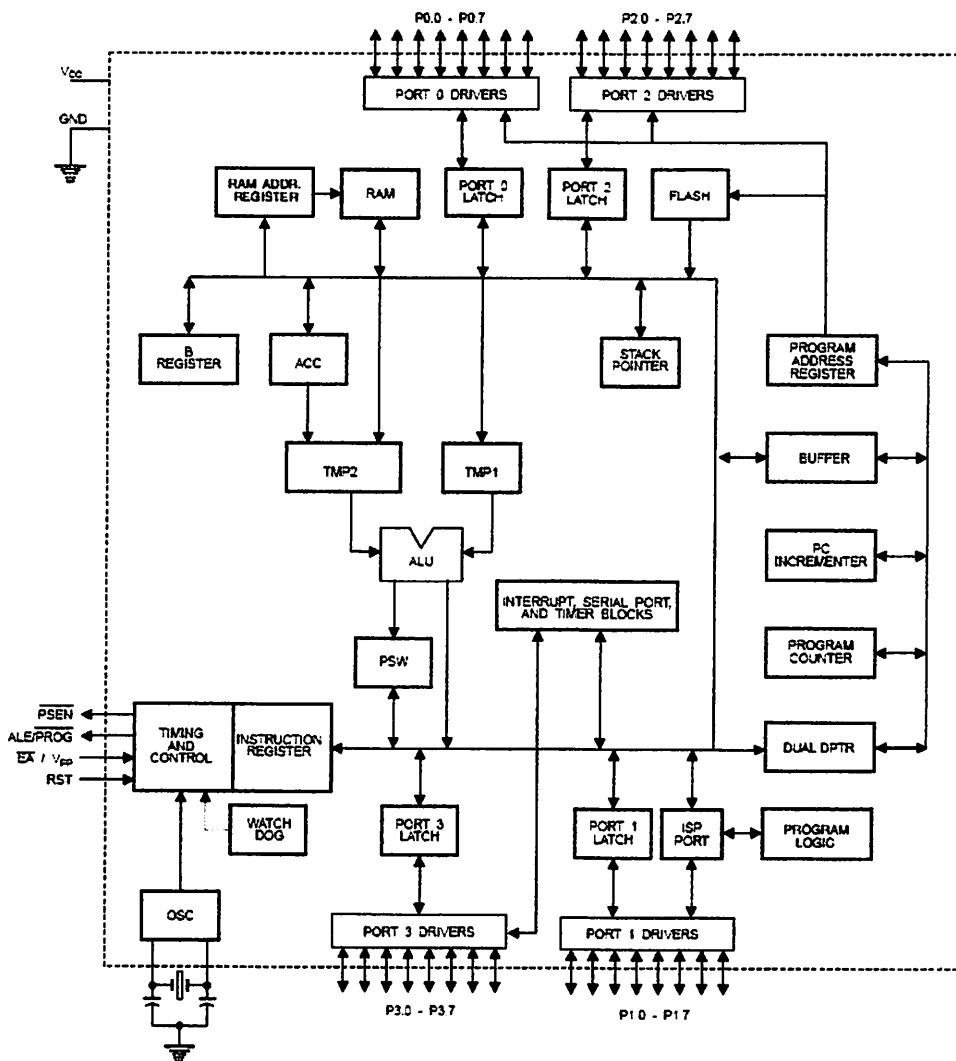
(Pemrograman Mikrokontroller AT89S52)

2.1.1 Fitur-fitur AT89S52

Mikrokontroller AT89S52 merupakan produk ATMEL yang memiliki fitur-fitur sebagai berikut :

1. Kompatibel dengan mikrokonroler MCS-51
2. 8 Kbyte downloadable flash memory
3. 2 Kbyte Tegangan operasi 4 Volt sampai dengan 6 Volt
4. Tegangan operasi 4 Volt sampai dengan 6 Volt
5. Frekuensi kerja 0 Hz – 24 Hz

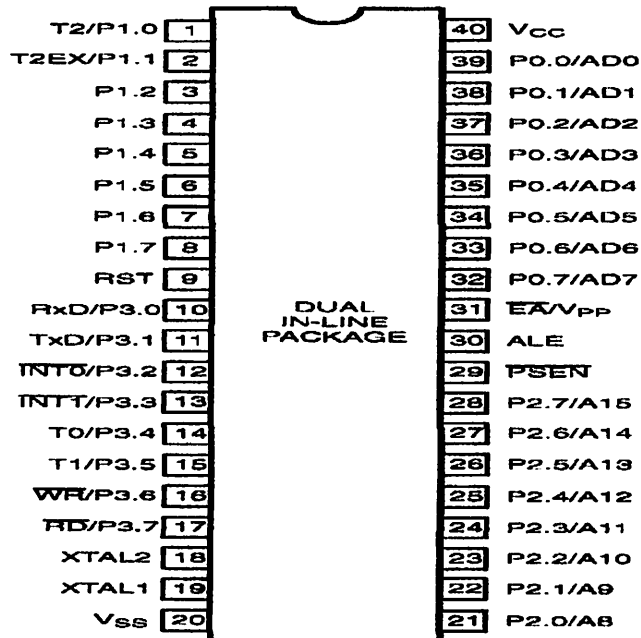
6. Program memory lack 3 level
7. 256 x 8 byte Internal RAM
8. 32 port pemrograman I/O
9. 3 buah timer/counter 16 bit
10. Programmable UART (port serial)
11. SPI serial interface



Gambar 2.1 Blok Diagram AT89S52

(Sumber : www.atmel.com)

2.1.2 Konfigurasi Pin AT89S51



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin IC AT89S52

(Sumber : www.atmel.com)

Mikrokontroler AT89S52 memiliki pin berjumlah 40 dan umumnya dikemas dalam DIP (*Dual Line Package*). Masing-masing pin mikrokontroler AT89S51 mempunyai kegunaan sebagai berikut :

a. Port 1

Merupakan salah satu port yang berfungsi sebagai *general purpose I/O* dengan lebar 8 bit. Sedangkan untuk fungsi lainnya , port 1 tidak memiliki.

b. RST

Pin ini berfungsi sebagai input untuk melakukan reset terhadap mikro dan jika RST bernilai high selama minimal 2 *machine cycle*, maka nilai internal register akan kembali seperti awal mula bekerja

c. Port 3

Merupakan port yang terdiri dari 8 bit masukan dan keluaran. Di samping berfungsi sebagai masukan dan keluaran, port 3 juga mempunyai fungsi khusus lainnya. Seperti yang akan ditunjukkan pada Tabel 2.1

| Port/Pin | Fungsi Alternatif |
|----------|--|
| P3.0 | RXD (port serial input) |
| P3.1 | TXD (port serial output) |
| P3.2 | INT0 (interupsi eksternal 0) |
| P3.3 | INT1 (interupsi eksternal 1) |
| P3.4 | T0 (input eksternal timer 0) |
| P3.5 | T1 (input eksternal timer 1) |
| P3.6 | WR (write strobe memori data eksternal) |
| P3.7 | WR (read strobe memori program eksternal) |

Tabel 2.1. Fungsi khusus *Port 3*

(Sumber : www.ATMEL.com)

d. XTAL 1 dan XTAL 2

Merupakan pin inputan untuk kristal osilator

e. GND

Pada kaki berfungsi sebagai pentanahan (ground)

f. Port 2

Merupakan salah satu port yang berfungsi sebagai *general purpose I/O* dengan lebar 8 bit. Fungsi lainnya adalah sebagai *high byte address bus* (pada penggunaan memori eksternal).

g. PSEN

PSEN (*program Store Enable*) adalah pulsa pengaktif untuk membaca program memori luar.

h. ALE

Berfungsi untuk *demultiplexer* pada saat port 0 bekerja sebagai *mulatiplexed address/data bus* (pengaksesan memori eksternal). Pada paruh pertama memory cycle, pin ALE mengeluarkan signal latch yang menahan alamat ke eksternal register. Pada paruh kedua memory cycle, port 0 akan digunakan sebagai data bus. Jadi fungsi utama dari ALE adalah memberikan signal ke IC latch (bisa 74HCT573) agar menahan/ menyimpan address dari port 0 yang menuju memori eksternal (address 0-7) dan selanjutnya memori eksternal akan mengeluarkan data yang melalui port 0 juga.

i. EA

EA (*External Access*) harus dihubungkan dengan ground jika menggunakan program memori luar. Jika menggunakan program memori internal maka EA dihubungkan dengan VCC. Dalam keadaan ini mikrokontroller bekerja secara *single chip*.

j. Port 0

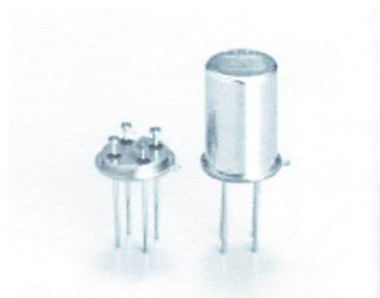
Merupakan salah satu port yang berfungsi sebagai *general purpose I/O* (dapat digunakan sebagai masukan dan juga sebagai keluaran) dengan lebar 8 bit. Fungsi lainnya adalah sebagai *multiplexed address/data bus* (pada saat mengakses memori eksternal).

k. VCC

Pada kaki ini berfungsi sebagai tempat sumber tegangan sebesar +5 Volt.

2.2 SENSOR TGS4161

TGS4161 adalah sebuah sensor yang mengkonsumsi daya rendah dibandingkan sensor lainnya. Range antara 350-5000 ppm dari karbon dioksida dapat dideteksi oleh sensor ini, sehingga memungkinkan untuk dipakai didalam ruangan. Unsur CO₂ yang sensitif terdiri dari suatu asam aki yang padat membentuk antara dua elektroda, bersama-sama dengan suatu alat pemanas yang dicetak (RuO₂) substrate. Dengan memonitoring perubahan didalam gaya elektromotoris (EMF) yang dihasilkan antara kedua elektroda, dengan hal tersebut memungkinkan kita untuk mengukur konsentrasi gas CO₂, Dalam Gambar 2.3 di dapatkan karakteristik sensor TGS 4161 yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.3 TGS4161

(Datasheet, <http://www.figaro.com>. Februari 2008.

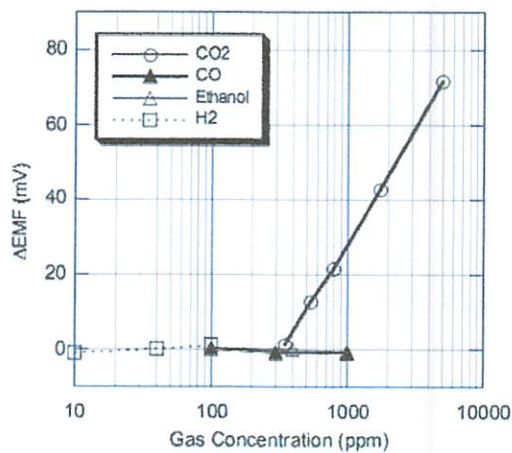
TGS4161 memperlihatkan suatu hubungan yang linier antara EMF dan CO₂, dan membuat konsentrasi gas pada suatu skala logaritma. Pada grafik dibawah ini menunjukan tipe dari karakteristik sensitifitas TGS4161. Sumbu y mengindikasikan Δ EMF, dimana Δ EMF adalah penjabaran dari :

$$\Delta\text{EMF} = \text{EMF}_1 - \text{EMF}_2$$

Dimana :

EMF₁ = EMF pada 350 ppm CO₂.

EMF₂ = EMF pada konsentrasi gas yang terdaftar.



Gambar 2.4 Tipe dari karakteristik sensitifitas

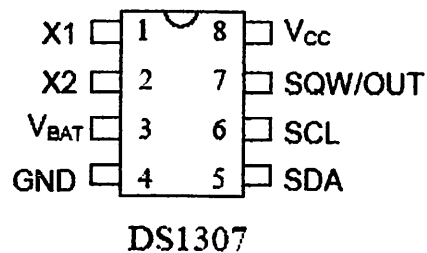
TGS4161

(Sumber Datasheet,
<http://www.figaro.com>. Februari 2008.)

2.3 REAL TIME CLOCK

Real Time Clock disingkat RTC merupakan suatu chip (IC) yang memiliki fungsi sebagai penyimpan waktu dan tanggal. IC RTC yaitu DS1307 yang memiliki register yg dapat menyimpan data detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun. sirkuit terpadu yang berfungsi sebagai pemelihara waktu. RTC umumnya memiliki catu daya terpisah dari catu daya. Kebanyakan RTC menggunakan oskilator kristal.

Real Time Clock berhubungan dengan waktu mulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Untuk hitungan detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun dengan tahun kabisat yang *valid* sampai 2100 karena *compensation valid up to 2100*. Mode yang dipilih juga bisa 12 or 24 *hour clock* with AM dan PM in 12 *hour mode*. Fungsi setiap Pin ditunjukkan pada Gambar 2.5

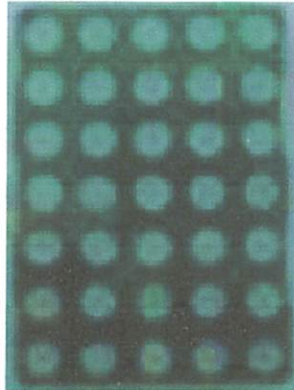


Gambar 2.5 RTC DS 1307

(Sumber : <http://www.maxim-ic.com>)

2.4 DOT MATRIX

Dot matrik 5 x7 memiliki arti bahwa 1 dot matrik berukuran 5 kolom x 7 baris susunan LED. Jadi 1 dot matriki terdapat 35 buah LED. Berikut adalah ilustrasi 3 buah dot matrik yang sudah terpakai untuk menampilkan beberapa karakter



Gambar 2.6 Display Dotmatrik 5x7

(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)

Setiap karakter antar dot matrik sebaiknya diberi spasi agar karakter yang tampil terlihat jelas dan tidak tampak berdekatan. Dalam setiap display dotmatrik selalu terdapat istilah baris dan kolom. Jumlah baris selalu sama dengan 7. Namun jumlah kolom sebanyak jumlah dot matrik dikali dengan 5 kolom/dot matrik. Pada gambar 1 di atas terdapat 15 kolom.

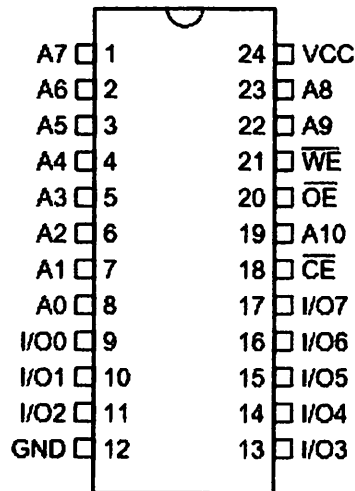
Prinsip kerja dot matrik sebenarnya menggunakan system Scanning kolom. Scanning kolom adalah pada satu waktu dari sekian banyak kolom pada gambar 1 hanya satu kolom yang menyala merah. Karena proses pengulangan penyalan kolom dari kolom 1 sampai kolom 15 begitu cepat dan berulang-ulang maka huruf ABH tampak nyala bersamaan. Proses scanning kolom yang cepat

menipu mata atau penglihatan manusia sehingga mata menangkap huruf ABH seolah-olah menyala secara bersamaan. Apabila proses scanning kolom dipelankan sampai mata dapat melihat, maka pergeseran penyalaan kolom akan terlihat satu persatu.

2.5 IC AT28C16

IC Paralel EEPROM dengan kode XX28Cxxx, XX merupakan kode pabrik pembuat, 28 menandakan bahwa IC tersebut adalah paralel EEPROM, C menandakan bahwa IC tersebut dengan jenis CMOS dan ada juga yang F menandakan IC tersebut dengan jenis Flash, sedangkan xxx merupakan angka yang biasanya (tetapi tidak selalu) mengindikasikan kapasitas paralel EEPROM itu dalam satuan kilobit, sebagai contoh XX28C16 merupakan IC paralel EEPROM berkapasitas 16 k-bit atau 16×1.024 atau 16.384 bit.

Keluarga XX28Cxx terdiri dari bermacam-macam IC. IC-IC itu berbeda kapasitas, tapi mempunyai susunan kaki IC dasar yang sama, seperti terlihat pada gambar 1. Tetapi beberapa EEPROM dengan paket 32 kaki yang mengijinkan untuk kaki-kaki tambahan yang dibutuhkan. [19] Kaki CE (Write Enable) digunakan untuk mengaktifkan chip. Tanda setrip diatas CE (Chip Enable) menunjukkan bahwa kaki CE aktif rendah (0 Volt). Kaki WE digunakan untuk menuliskan data sedangkan OE (Output Enable) digunakan untuk mengeluarkan data pada chip. Dalam Gambar 2.7 ditunjukkan Fungsi setiap Pin IC AT28C16.



Gambar 2.7 Diagram Pin IC AT28C16 (tipe PDIP)

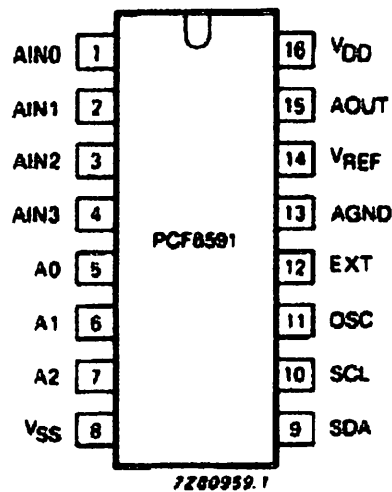
(sumber www.atmel.com)

2.6 PCF8591

PCF8591 ialah AD/DA Converter 8 bit dengan 4 input analog menggunakan interface I2C. dan sebuah keluaran analog. Dari empat buah masukan analog yang ada, hanya satu masukan yang digunakan yaitu masukan analog AIN0 yang dihubungkan dengan variabel resistor 10 K Ω yang telah terhubung dengan tegangan catu.

Untuk dapat menggunakan pembangkit detak (oscillator) internal yang telah terdapat pada PCF8591, maka pin EXT dihubungkan dengan ground dan pin OSC, diambangkan (no connect). Pada pin AOUT dapat diketahui besarnya tegangan hasil konversi digital ke analog yang dilakukan PCF8591. Pin-pin SDA dan SCL dihubungkan dengan sistem bus I2C yang ada. Pengaturan alamat PCF8591 dipilih dengan menghubungkan A0 – A1 dengan GND dan A2 dengan tegangan VCC, sehingga diperoleh alamat 1001

100X untuk PCF8591. Dalam Gambar 2.8 ditunjukkan Fungsi setiap Pin IC PCF 8591.

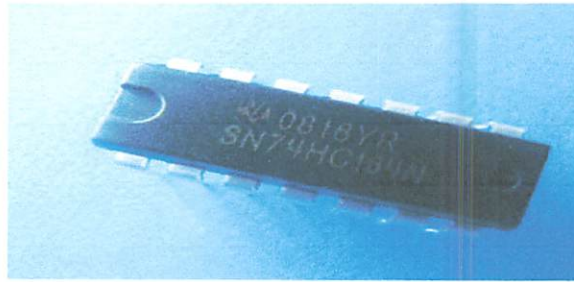


Gambar 2.8 rangkaian PCF 8591

(Rodwell International Corporation, 1999)

2.7 IC 74LS164 (SIPO)

IC 74164 merupakan sebuah IC yang mengirimkan data masukan/inputan secara serial dan data yang dikeluarkan secara paralel/bersamaan dan ditampilkan bergeser, rangkaian register 8 bit dengan input dan output parallel. Terdapat dua buah masukan yaitu pin A dan pin B yang merupakan konfigurasi input seperti pada gerbang AND. Outputnya terdapat 8 bit mulai dari QA sampai QH. Setiap data yang valid terbaca pada kondisi rising edge. Dalam Gambar 2.9 ditunjukkan bentuk fisik IC 74LS164



Gambar 2.9 74LS164
(Rodwell International Corporation, 1999)

Fungsi utama dari IC 74164 untuk menggeser data dari mikrokontroler, setiap kali pin clock shift register ini diberi logic 1 maka data akan bergeser 1 bit. Bit-bit data ("1" atau "0") yang sedang berjalan di dalam sebuah sistem digital, kadang-kadang perlu diberhentikan, di-copy, dipindahkan atau hanya dieksekusi ke kiri atau ke kanan satu atau lebih posisi. Shift register akan menerima maupun mengeluarkan data dengan cara pergeseran, yaitu menggeser satu bit data ke kiri atau ke kanan untuk setiap satu periode clock yang diberikan. Yang perlu diperhatikan dalam IC 74LS164 adalah:

1. Pin Input

Pin ini terdiri atas dua pin inputan yang dihubungkan ke gerbang AND. Inputan ini harus bernilai "high" yang memungkinkan data bisa masuk. Untuk mendapatkan data bernilai "high", kedua inputan tersebut dihubungkan singkat.

2. Pin clock (CP)

Pin ini digunakan untuk menggeser outputan yang keluar dari IC 74LS164. Untuk menggeser data clock harus bernilai “high”. Karena clock terhubung dengan gerbang NOT maka inputan yang masuk harus bernilai “low”.

3. Pin master reset (MR) Pin ini untuk mereset atau mengembalikan IC 74LS164 ke kondisi normal sebelum data masuk ke IC tersebut. Untuk mereset, pin ini harus bernilai “low”

2.8 Dioda

Dioda adalah komponen elektronika yang hanya memperbolehkan arus listrik mengalir dalam satu arah sehingga dioda biasa disebut juga sebagai “Penyearah”. Dioda terbuat dari bahan semikonduktor jenis *silicon* dan *germanium*.

Dioda terbuat dari penggabungan dua tipe semikonduktor yaitu tipe P (*Positive*) dan tipe N (*Negative*), kaki dioda yang terhubung pada semikonduktor tipe P dinamakan “*Anode*” sedangkan yang terhubung pada semikonduktor tipe N disebut “*Katode*”.

Pada bentuk aslinya pada dioda terdapat tanda cincin yang melingkar pada salah satu sisinya, ini digunakan untuk menandakan bahwa pada sisi yang terdapat cincin tersebut merupakan kaki Katode.

Arus listrik akan sangat mudah mengalir dari anoda ke katoda hal ini disebut sebagai “*Forward-Bias*” tetapi jika sebaliknya yakni dari katoda ke anoda, arus listrik akan tertahan atau tersumbat hal ini dinamakan sebagai “*Reverse-Bias*”.

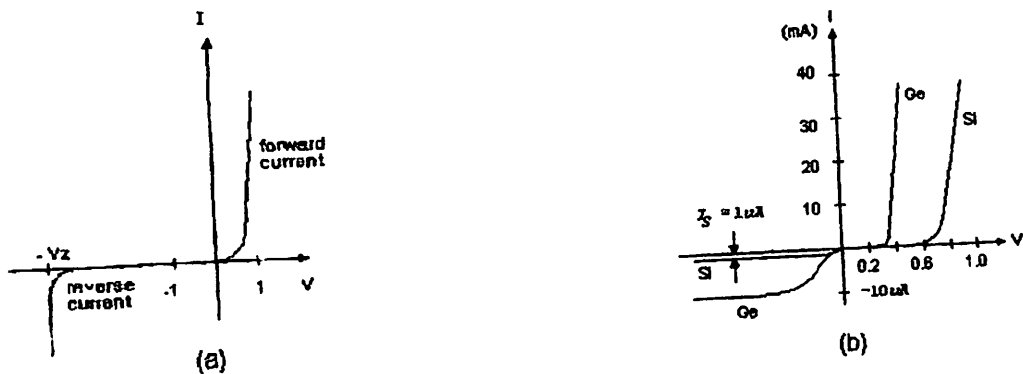
Aplikasi Bentuk

Dioda banyak diaplikasikan pada rangkaian penyerah arus (*rectifier*) power suplai atau konverter AC ke DC. Dipasar banyak ditemukan dioda seperti 1N4001, 1N4007 dan lain-lain. Masing-masing tipe berbeda tergantung dari arus maksimum dan juga tegangan breakdwon-nya. Zener banyak digunakan untuk aplikasi regulator tegangan (*voltage regulator*). Zener yang ada dipasaran tentu saja banyak jenisnya tergantung dari tegangan *breakdwon*-nya. Di dalam datasheet biasanya spesifikasi ini disebut V_z (*zener voltage*) lengkap dengan toleransinya, dan juga kemampuan disipasi daya. Dalam Gambar 2.10 ditunjukkan karakteristik dari dioda tersebut.

Adapun macam-macam dioda adalah sebagai berikut:

- a) Dioda pemancar cahaya atau LED adalah dioda yang memancarkan cahaya bila dipanjar maju. LED dibuat dari semikonduktor campuran seperti galium arsenida fosfida (GaAsP) dsb.
- b) Dioda foto (fotovotaic) digunakan untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik searah.
- c) Dioda laser digunakan untuk membangkitkan sinar laser taraf rendah, cara kerjanya mirip LED
- d) Dioda zener digunakan untuk regulasi tegangan.

2.8.1 Karakteristik Arus Pada Dioda



Gambar 2.10
Kurva Karakteristik forward V-I dioda

Arus yang mengalir pada diode ideal dinyatakan dalam :

$$I_D = I_S (e^{qV_D / \eta VT} - 1)$$

Dimana :

I_D = arus yang mengalir pada dioda

I_S = arus saturasi

e = konstanta eulers ($\sim 2,718281828$)

q = electron charge ($1,6 \times 10^{-19}$ C)

V_D = tegangan pada dioda

η = konstanta empiric, 1 untuk Ge, dan 2 untuk Si

k = konstanta boltzmann's ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)

T = temperature junction ($^{\circ}\text{K}$)

$$V_T = k/Tq \text{ (26 mV pada suhu normal)}$$

$V_T = k/Tq$ adalah tegangan yang dihasilkan P-N junction akibat pengaruh temperature, disebut juga thermal voltage(V_t). Pada suhu kamar bernilai 26 mV. Sehingga rumus diatas dapat disederhanakan menjadi :

$$I_D = I_S (e^{V_D/0,026} - 1)$$

Dimana :

I_D = arus yang mengalir pada dioda

I_S = arus saturasi

e = konstanta eulers ($\sim 2,718281828$)

V_D = tegangan pada dioda



Gambar 2.11 Dioda

(Rodwell International Corporation, 1999)

2.9 Transformator

Trasformator adalah alat yang merupakan fungsi menaikkan atau menurunkan tegangan input atau menurunkan tegangan output.

- Trafo yang berfungsi menaikkan tegangan input adalah trafo step up.
- Trafo yang berfungsi menurunkan tegangan adalah trafo step down.

Bagian-bagian dari trafo terdiri dari :

- ✓ Kumparan primer.
- ✓ Kumparan diode.
- ✓ Inti trafo.

Cara kerja traseformer : Arus bolak - balik (AC) melewati koil utama (kumparan primer) yang menginduksi arus bolak - balik di koli kedua (kuparansekunder)

Type-type Trasformator :

- Trasformator tetap dimana trafo tersebut hanya mempunyai voltase keluaran yang tetap.
- Trasformator variable ialah trafo yang mempunyai lebih dari satu voltasi keluarannya, type trafo ini mempunyai “brush” geser yang dapat digerakkan untuk menyetel keluaran voltase trafo ini.

Klasifikasi

Transformator tenaga dapat di klasifikasikan menurut:

- Pasangan dalam
- Pasangan luar

Cara Kerja dan Fungsi Tiap-tiap Bagian

Suatu transformator terdiri atas beberapa bagian yang mempunyai fungsi masing-masing:

- Bagian utama

- Inti besi

Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan fluksi, yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Dibuat dari lempengan-lempengan besi tipis yang berisolasi, untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh “Eddy Current”.

- Kumparan trafo

Beberapa lilitan kawat berisolasi membentuk suatu kumparan. Kumparan tersebut diisolasi baik terhadap inti besi maupun terhadap kumparan lain dengan isolasi padat seperti karton, pertinax dan lain-lain.

Umumnya pada trafo terdapat kumparan primer dan sekunder. Bila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan/arus bolak-balik maka pada kumparan tersebut timbul fluksi yang menginduksikan tegangan, bila pada rangkaian sekunder ditutup (rangkaiannya beban) maka akan mengalir arus pada kumparan ini. Jadi kumparan sebagai alat transformasi tegangan dan arus.

- Kumparan tertier

Kumparan tertier diperlukan untuk memperoleh tegangan tertier atau untuk kebutuhan lain. Untuk kedua keperluan tersebut, kumparan tertier selalu dihubungkan delta. Kumparan tertier sering dipergunakan juga untuk penyambungan peralatan bantu seperti kondensator synchrone, kapasitor shunt dan reactor shunt, namun demikian tidak semua trafo daya mempunyai kumparan tertier.

- Minyak trafo

- Sebagian besar trafo tenaga kumparan-kumparan dan intinya direndam dalam minyak-trafo, terutama trafo-trafo tenaga yang berkapasitas besar, karena minyak trafo mempunyai sifat sebagai media pemindah panas (disirkulasi) dan bersifat pula sebagai isolasi (daya tegangan tembus tinggi) sehingga berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Untuk itu minyak trafo harus memenuhi persyaratansebagai berikut: kekuatan isolasi tinggi
- penyalur panas yang baikberat jenis yang kecil, sehingga partikel-partikel dalam minyak dapat mengendap dengan cepat
- viskositas yang rendah agar lebih mudah bersirkulasi dan kemampuan pendinginan menjadi lebih baik
- titik nyala yang tinggi, tidak mudah menguap yang dapat membahayakan
- tidak merusak bahan isolasi padat

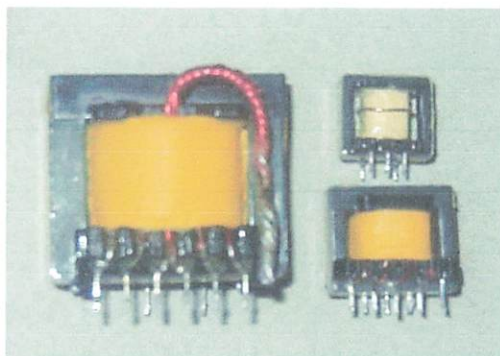
- sifat kimia yang stabil.
- Peralatan Bantu

- Pendingin

Pada inti besi dan kumparan-kumparan akan timbul panas akibat rugi-rugi besi dan rugi-rugi tembaga. Bila panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan, akan merusak isolasi di dalam trafo, maka untuk mengurangi kenaikan suhu yang berlebihan tersebut trafo perlu dilengkapi dengan sistem pendingin untuk menyalurkan panas keluar trafo.

Media yang digunakan pada sistem pendingin dapat berupa: Udara/gas, minyak dan air. Pengalirannya (sirkulasi) dapat dengan cara:

- Alamiah (natural)
- Tekanan/paksaan (forced).



Gambar 2.12 Transformator

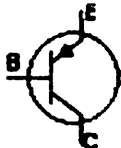

(Rodwell International Corporation, 1999)

2.10 Transistor

Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (switching), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya.

Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal. Tegangan atau arus yang dipasang di satu terminalnya mengatur arus yang lebih besar yang melalui 2 terminal lainnya. Transistor adalah komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam amplifier (penguat). Rangkaian analog meliputi penguat suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai **logic gate**, memori, dan komponen-komponen lainnya. Dalam Gambar 2.13 ditunjukkan simbol transistor PNP dan NPN

Jenis-jenis transistor

| | | | |
|---|-----|---|-----------|
|  | PNP |  | P-channel |
|---|-----|---|-----------|

| | | | |
|-----|------|--|-----------|
| | NPN | | N-channel |
| BJT | JFET | | |

Gambar 2.13 Simbol Transistor dari Berbagai Tipe
(Richard Blocher, *Dasar Elektronika*, Yogyakarta, Andi, 2004)

Secara umum, transistor dapat dibeda-bedakan berdasarkan banyak kategori:

Materi semikonduktor: Germanium, Silikon, Gallium Arsenide

Kemasan fisik: Through Hole Metal, Through Hole Plastic, Surface Mount, IC, dan lain-lain

Tipe: UJT, BJT, JFET, IGFET (MOSFET), IGBT, HBT, MISFET, VMOSFET, MESFET, HEMT, SCR serta pengembangan dari transistor yaitu IC (Integrated Circuit) dan lain-lain.

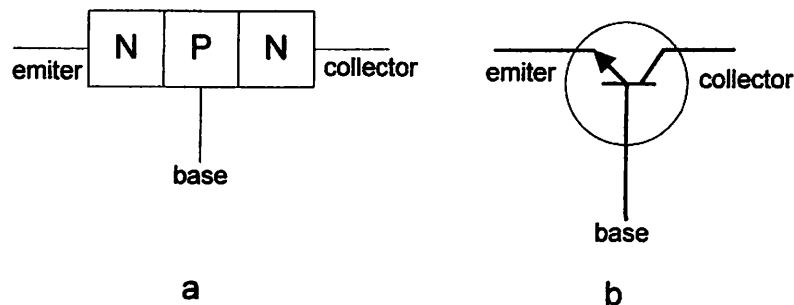
Polaritas: NPN atau N-channel, PNP atau P-channel

Maximum kapasitas daya: Low Power, Medium Power, High Power

Maximum frekwensi kerja: Low, Medium, atau High Frequency, RF transistor, Microwave, dan lain-lain

Aplikasi: Amplifier, Saklar, General Purpose, Audio, Tegangan Tinggi, dan lain-lain

2. 12.1 Transistor NPN



Gambar 2.14

Struktur dan sinyal dari transistor NPN

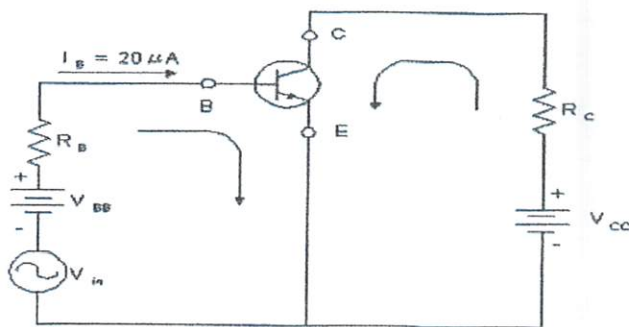
(Richard Blocher, Dasar Elektronika, Yogyakarta, Andi, 2004)

Transistor dibuat dengan mendekatkan dua junction semi konduktor satu sama lain. Transistor NPN dibuat dari dua material type N dan type P seperti gambar 2.17. Satu bagian material N lainnya Emitor dan bagian tengah yaitu type P adalah Base. Arah panah terminal Emitor dalam gambar 2.15 (b) ditentukan oleh type Transistor (NPN atau PNP). Arah panah menunjukkan arah arus antara Emitor dan Base seperti halnya diode seperti yang di tunjukan pada Gambar 2.15 dan Kurfa Karakteristik Common Transistor ditunjukkan pada Gambar 2.16

Ketika Emitor transistor menjadi terminal common antar input dan output, maka disebut Kommon Emitor (CE) dan Collector akan menjadi output terminal dan Base menjadi input terminal. Penguat (gain) arus CE adalah karakteristik

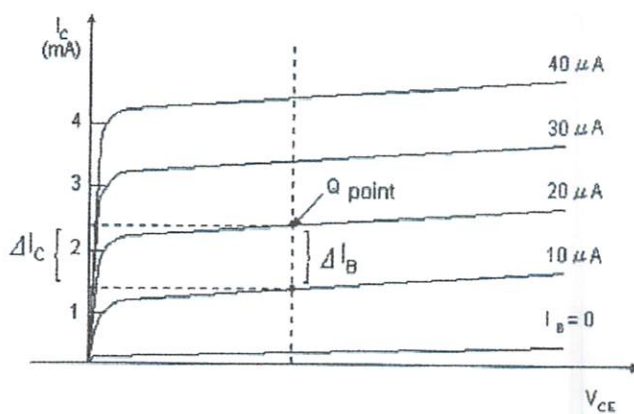
utama Transistor dan ditunjukkan dengan β atau h_{FE} . Penguatan arus CE ditunjukkan dengan rumus berikut :

$$h_{FE} = \beta = \frac{I_C}{I_B}$$



Gambar 2.15 Rangkaian Common Emitter Input AC

(Richard Blocher, *Dasar Elektronika*, Yogyakarta, Andi, 2004)

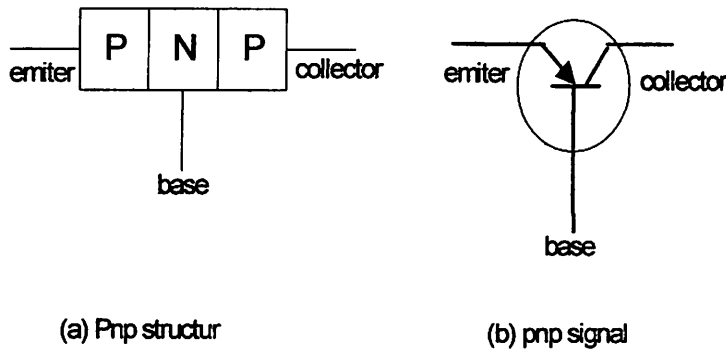


Gambar 2.16

Kurva Karakteristik Common Transistor

(Richard Blocher, *Dasar Elektronika, Yogyakarta, Andi, 2004*)

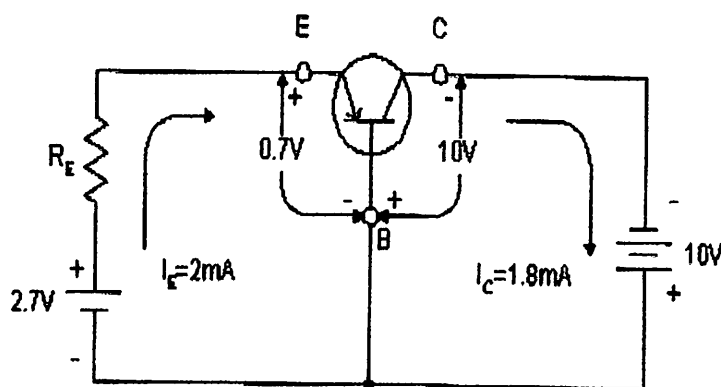
2.12.2 Transistor PNP



Gambar 2.17 Struktur Dan Sinyal Dari Transistor PNP

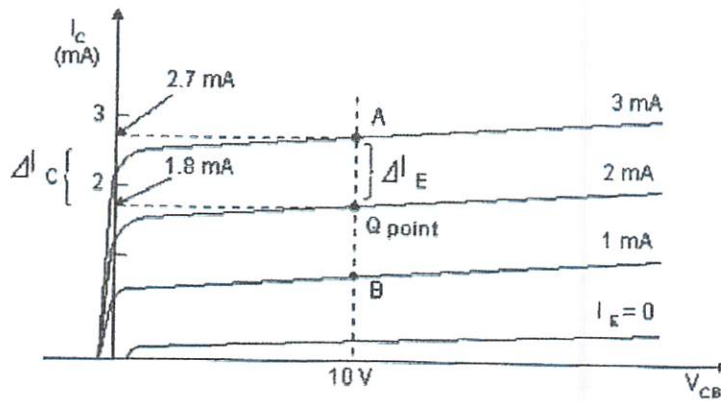
(Richard Blocher, *Dasar Elektronika, Yogyakarta, Andi, 2004*)

Transistor PNP dibuat dari dua material type P dan type N . Bagian material type P adalah Emitor dan collector bagian type N di tengah adalah Base.



Gambar 2.18 Rangkaian Common Base Transistor

(Richard Blocher, *Dasar Elektronika, Yogyakarta, Andi, 2004*)



Gambar 2.19 Karakteristik Kurva Common Base

(Richard Blocher, *Dasar Elektronika, Yogyakarta, Andi, 2004*)

Gambar 2.18 menunjukkan rangkaian Transistor PNP dimana junction Emitter-Base di forward bias dan junction Base-Collector di backward bias. Resistansi digunakan untuk membatasi aliran arus dalam rangkaian. Arus emitor DC (I_E) menjadi $2V/1K\Omega = 1mA$ dengan mengurangi 0,7 Veb dari 2,7 V (dalam hal ini silicon). Transistor yang dirangkai seperti gambar 2.22 sebagai type common Base (CB) dan dikarenakan Common Base-nya pada kedua sisi rangkaian. Gambar 2.21 menunjukkan kurva karakteristik dari rangkaian CB. Kurva menunjukkan hubungan antara V_{cb} dan arus collector dari beberapa nilai arus Emitter Input. Arus Emitter 2 mA ditentukan oleh kurva ini dan arus collector 1,8mA ditentukan oleh tegangan backward bias junction Base-Collector 10V.

$$I_B = \frac{VR_2}{R_2}$$

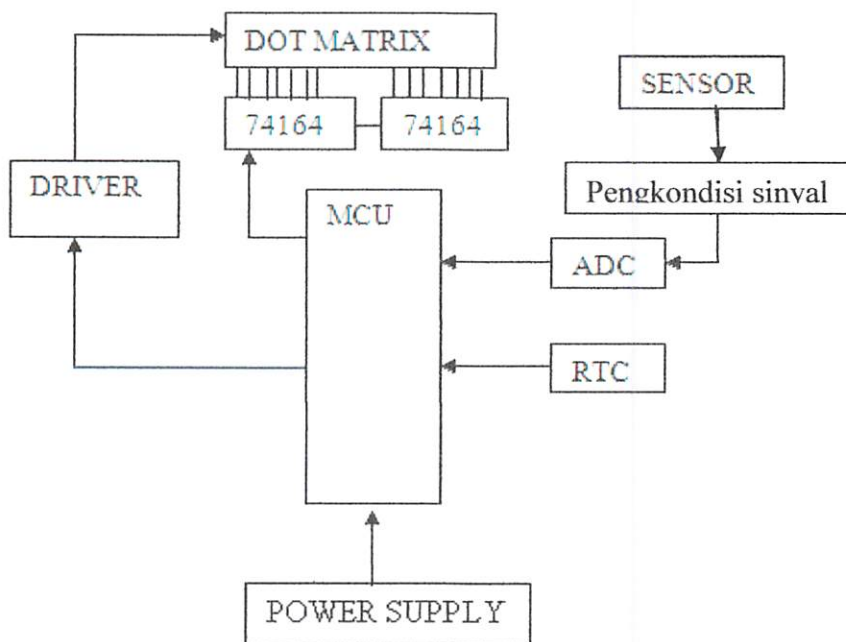
$$I_C = \frac{VR_4}{R_4}$$

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Diagram Blok Rangkaian

Pada bab ini akan dibahas tentang perencanaan sebuah alat yang meliputi diagram blok rangkaian dan realisasi rangkaian dengan prinsip kerja dari masing-masing blok rangkaian yang digunakan pada *Pedeksi Kadar CO2 Berlebih Dalam Suatu Ruangan Pabrik Berbasis Mikrokontroler AT89S52*. Dalam Gambar 3.1 ditunjukkan diagram blok keseluruhan rangkaian



Gambar 3.1

Blok Diagram alat

Dari cara sistem secara keseluruhan, maka dapat diuraikan fungsi umum tiap-tiap blok rangkaian sebagai berikut:

- a. Rangkaian sensor TGS4161 berfungsi mendeteksi jumlah konsentrasi gas buang CO₂ dalam suatu ruangan
- b. Mikrokontroler berfungsi untuk mengolah, mengendalikan dan menampilkan display dotmatrix, kesemuanya bekerja berdasarkan sinyal masukan dari sensor.
- c. Tampilan *Dotmatrix* berfungsi untuk menunjukkan jumlah kadar CO₂ dalam ruangan.
- d. *ADC* berfungsi untuk mengubah atau sebagai konverter sinyal masukan yang semula sinyal Analog menjadi Sinyal Digital
- e. *PowerSupply* berfungsi untuk mengalirkan tegangan yang akan digunakan pada alat tersebut

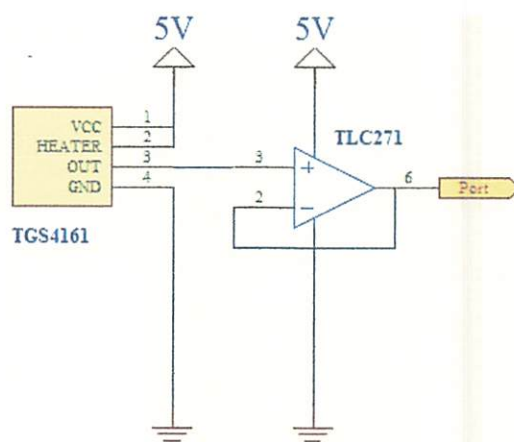
3.2 Perencanaan Hardware

Perencanaan perangkat keras meliputi perencanaan mikrokontroler AT89S52, Perencanaan sensor, RTC, PowerSupply dan Rangkaian Dotmatrix

3.2. Perancangan Sensor

Pada bagian ini sensor yang digunakan memakai sensor TGS 4161 yang digunakan sebagai penangkap konsentrasi gas CO₂ yang terdapat pada suatu ruangan, Besarnya tegangan atau arus listrik yang dihasilkan oleh sensor TGS 4161 tergantung besar kecilnya konsentrasi gas CO₂ yang ada dalam suatu ruangan tersebut, perbedaan konsentrasi inilah yang digunakan untuk mendeteksi

adanya gas CO₂ yang terdeteksi melalui sensor. Seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.1



Gambar 3.1 Rangkaian sensor Gas

3.2.1 Perancangan Pengkondisi Sinyal

Rangkaian driver atau pengkondisi sinyal pada sensor Gas CO₂ ini terdiri dari Op-Amp dan driver sensor berupa Ic TLC271 merupakan penguat high impedansi yang digunakan untuk nilai tegangan output yang terlalu kecil. nilai tegangan output (V_{out}) tergantung dari konsentrasi CO₂ yang terdeteksi.

Dimana ini dapat dijadikan sinyal masukan dari resistor yang digunakan adalah $10K\Omega$ sehingga arus yang mengalir pada IR sebesar

$$V = I * R$$

$$R_{IR} = V/I$$

$$= \frac{5}{0,0005}$$

$$= 10000 \Omega$$

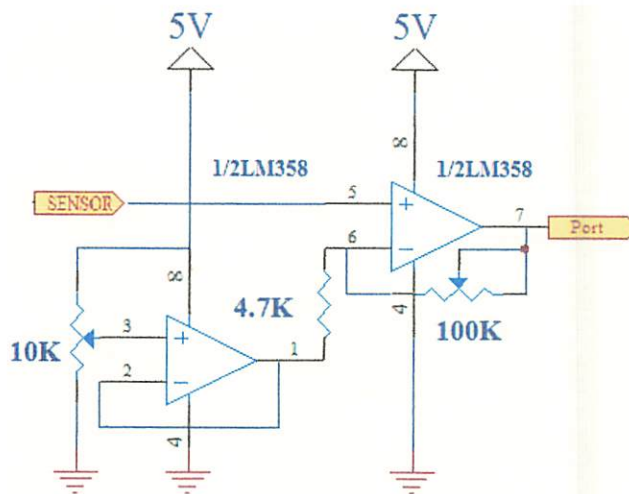
Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai sebesar 10000Ω atau disederhanakan menjadi $10 K\Omega$.

$$\begin{aligned} I &= \frac{V}{R} \\ &= \frac{5}{10 \text{ K}} \\ &= 0,0005 \text{ A} \\ &= 0,5 \text{ mA} \end{aligned}$$

Jadi diketahui nilai $V_{out} = I \times R = 5 \text{ V}$

Pengkondisi Sinyal Keluaran maksimum yang dapat dihasilkan oleh TGS4161 adalah 490mV sehingga dibutuhkan rangkaian pengkondisi sinyal yang dapat memperkuat tegangan keluaran dari sensor menjadi sebesar tegangan referensi mikrokontroler.

Output dari sensor akan dimasukkan kedalam input rangkaian Mikrokontroler untuk diubah menjadi data digital setelah itu akan diteruskan ke dalam rangkaian kontrol untuk diproses yang kemudian ditampilkan dalam dotmatriks. Pengkondisi sinyal terdiri atas penguat sinyal dan ADC. Sebagai penguat sinyal dipergunakan operational amplifier LM358. OP-amp LM358 digunakan karena mempunyai kestabilan yang tinggi walaupun dioperasikan pada gain yang besar, karena keluaran dari sensor relatif kecil. Dalam Gambar 3.2 ditunjukkan rangkaian pengkondisi sinyal.



Gambar 3.2

Gambar Rangkaian sensor dan pengkondisi sinyal

Dengan pengkondisi sinyal tegangan keluaran dari sensor CO₂ diubah menjadi tegangan standart 0-5 volt, Misal dengan terdeteksi 500ppm kadar CO₂ Vout pada op-amp yang diinginkan 1000mV, maka

$$V_{out} = (V_{in} - V_{reff}) \left(\frac{R1}{R2} + 1 \right) + V_{reff}$$

$$1000 = 2495 - V_{reff} \left(\frac{100}{10} + 1 \right) + V_{reff}$$

$$1000 = (2495 \cdot 11) - V_{reff}(11) + V_{reff}$$

$$1000 = (27445) - (11)V_{reff} + V_{reff}$$

$$(11)V_{reff} = 26445$$

$$V_{reff} = 2404 \text{ mV}$$

Pada Op-Amp2, $V_{ref} = V_{out\ Op-Amp1} = 1000\text{mV}$ maka dapat dicari nilai untuk V_{in} pada OP-Amp2:

$V_{out} = 0$ (karena keluaran ke ADC yang diharapkan = 0)

$$V_{out} = (V_{in} - V_{ref}) \left(\frac{R1}{R2} + 1 \right) + V_{ref}$$

$$0 = (V_{in} - 1000) \left(\frac{100}{10} + 1 \right) + 1000$$

$$0 = (11)V_{in} - (11000) + 1000$$

$$V_{in} = \frac{10000}{11}$$

$$V_{in} = 909.09\text{mV}$$

3.2.2. Rangkaian ADC

ADC (Analog to Digital Converter) adalah sebuah interface yang dapat mengubah tegangan analog menjadi pulsa digital. Pada ADC 8 bit, rentang output yang dihasilkan adalah 2 pangkat $8 = 256$. Adapun rumus untuk menentukan hasil konversi ADC adalah sebagai berikut.

$$\text{Konversi ADC} = (v_{in}/v_{ref}) * 256$$

Pada rangkaian ini akan dibuat range pengukuran kadar TDS mulai dari 350 ppm sampai dengan 6000 ppm. Tegangan referensi yang akan digunakan sebesar 4V. Jadi jika input ADC bernilai 4V maka akan setara dengan nilai 5650 ppm. Sehingga kenaikan TDS/PPM per 1 bitnya adalah sebesar :

$$\text{Step TDS} = \text{range} / \text{total bit} = 5600 / 256 = 21,875$$

Misal, ketika tegangan $V_{in} = 2V$, maka untuk mengkonversinya ke PPM :

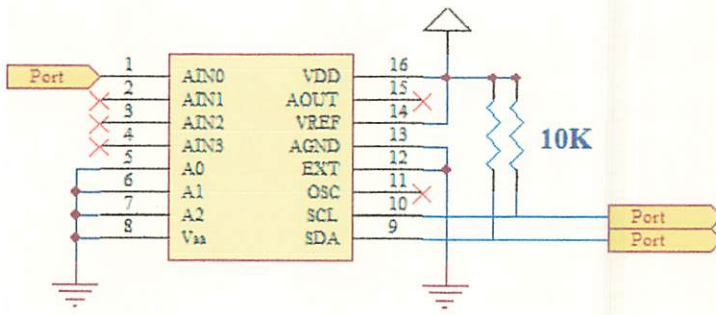
$$PPM = \text{Step TDS} \times \text{Konversi_ADC}$$

$$= 21,875 * [(V_{in}/V_{ref}) * 256]$$

$$= 21,875 * [(2/4) * 256]$$

$$= 21,875 * 128$$

$$= 2800$$



Gambar 3.3

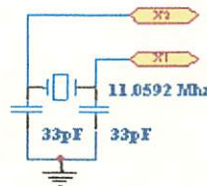
Gambar Rangkaian Analog Digital Converter (ADC)

3.2.3. Hardware AT89S52

3.2.3.1 Perancangan Rangkaian Clock

Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroller ditentukan oleh sumber clock yang mengendalikan mikrokontroller tersebut. Sistem yang dirancang ini menggunakan osilator internal yang telah tersedia dalam *chip* AT89S52. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan menghubungkan kristal dalam *Pin 19 (X1) dan Pin 18 (X2)* serta dua buah kapasitor ke *group*.

Besarnya kapasitansinya disesuaikan dengan spesifikasi dalam lembar data AT89S52 yaitu 33pF. Kristal yang digunakan adalah 12 MHz. gambar 3-2 memperlihatkan rangkaian *clock* yang dirancang. Dalam



Gambar 3.4 Rangkaian Clock untuk MCU AT89S52

Dalam sistem ini, rangkaian terdiri dari dua buah kapasitor sebesar 33 pF dan sebuah kristal sebesar 12 MHz.

3.2.3.2 Perancangan Rangkaian Reset

Rangkaian Pin reset pada mikrokontroller merupakan masukan aktif high (1). Pulsa transisi dari low (0) dan *high* (1) akan mereset mikrokontroller menuju alamat 0000H. pin reset dihubungkan dengan rangkaian power on reset yang diperlihatkan pada gambar 3-4.

Karena kristal yang digunakan mempunyai frekuensi 11,0592 MHz maka satu periode membutuhkan waktu sebesar:

$$T = \frac{1}{f_{XTAL}}$$

$$= \frac{1}{11,0592 \text{ MHz}} \text{ S}$$

$$= 9,04^2 \times 10^{-8} \times 24$$

Sehingga waktu minimal logika tinggi yang dibutuhkan untuk me-reset mikrokontroller adalah :

Reset (min) = T x periode yang dibutuhkan

$$= 9,042 \times 10^{-8} \times 24$$

$$= 2,17 \mu\text{S}$$

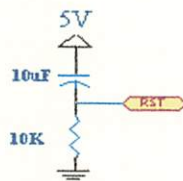
Mikrokontroller membutuhkan waktu *minimal* 2,17 μS untuk me-reset. Waktu minimal inilah yang dijadikan pedoman untuk menentukan nilai R dan C. daripersamaan diatas dengan menentukan nilai R=10 k μ ,maka:

$$T = 0,357 \times R \times C \dots \dots \dots (3.8)$$

$$= 0,357 \times 10 \times 10^{-6} \Omega \times 10 \times 10^{-6}$$

$$= 35,7 \text{ mS}$$

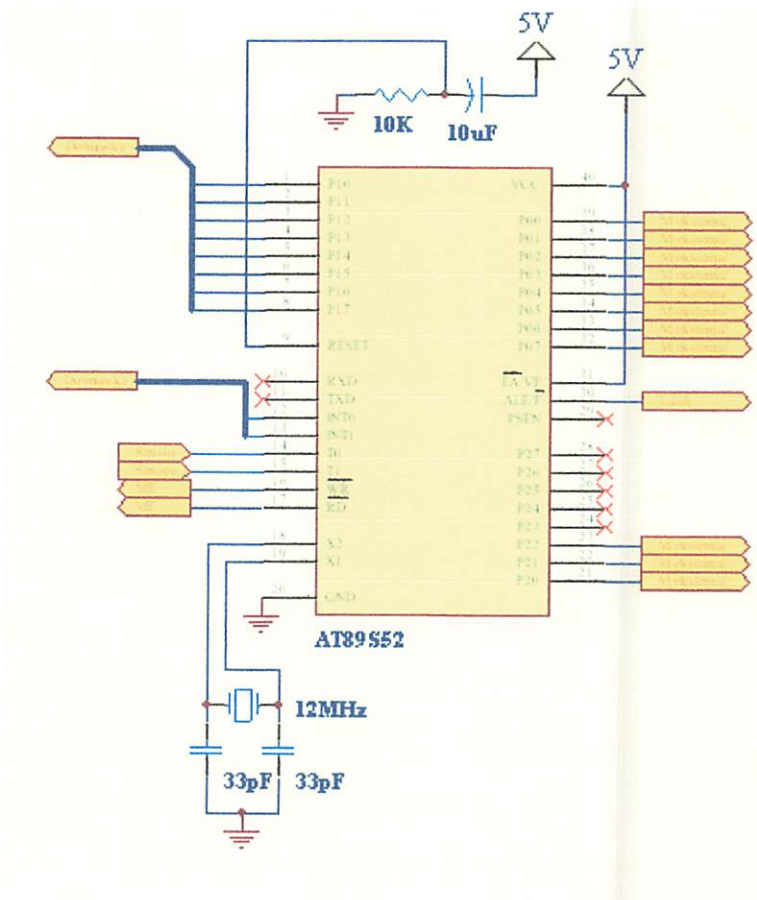
Jadi dengan nilai komponen $R = 10 \text{ K}\Omega$ dan $c = 10 \mu\text{F}$ dapat memenuhi syarat minimal untuk waktu yang dibutuhkan oleh mikrokontroller



Gambar 3.5 Rangkaian Reset untuk MCU AT89S51

Tabel 3 .1 berikut ini merupakan tabel dari pemasangan pin – pin mikrokontroller yang dipakai pada alat *pengontrol Lampu, bell dan Pendeteksian Kadar CO2 Berlebih pada Ruangan Pabrik Berbasis Mikrokontrolerng AT89S52*

Gambar 3.6 Rangkaian Minimum System AT89S52



mikrokontroller yang dipakai pada alat *pendeteksian kadar CO2 berlebih dalam ruangan pabrik Berbasis mikrokontroler AT89S52.*

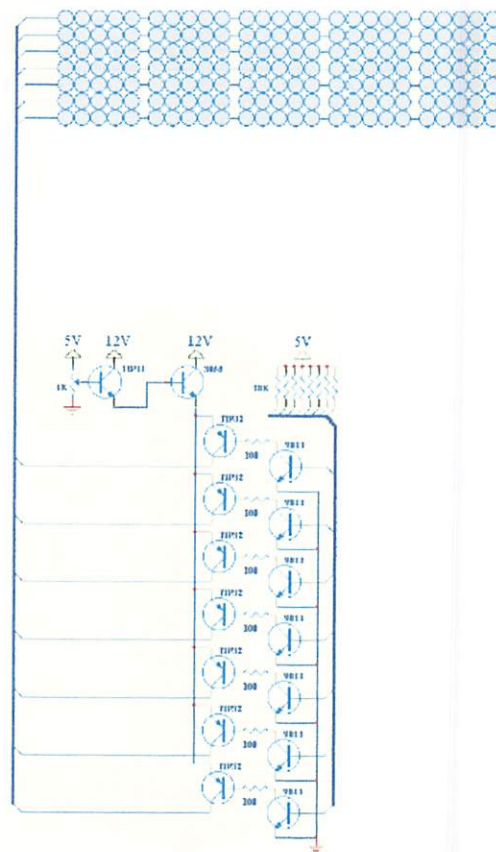
Tabel 3 . 1 Pemasangan Pin-Pin Pada Mikrokontroller

| Pin | In / Out | Fungsi |
|-------|----------|--|
| 1 – 8 | Output | Driver Dotmatix |
| 9 | Input | Reset |
| 10-11 | Input | Tidak dipakai |
| 12-13 | Output | Driver Dotmatix |
| 14-15 | Input | Sensor |
| 16-17 | Input | Memory External |
| 18-19 | - | Oscilator Kristal 12 Mhz |
| 20 | 0 V | Ground |
| 21-23 | Out Put | Memory External |
| 23-24 | Out put | RTC (Real Time Clock |
| 25-29 | - | Tidak terpakai (program strong enable) |
| 30 | Output | <i>Address Latch Enable</i> |
| 31 | 5 V | <i>External Access Enable</i> |
| 32-39 | Out put | Memory External |
| 40 | 5 V | Vcc |

3.2.4. Rangkaian Driver Baris dengan Mikrokontroler AT89S52

Dalam tugas Akhir ini, digunakan LED dot matriks yang menggunakan 16 buah sel matriks, yang masing-masing sel terdiri atas 5 kolom x 7 baris. Untuk menyalakan LED dot matriks di gunakan sistem scanning kolom. Konsumsi listrik yang digunakan untuk menyalakan satu titik tidak melebihi 50mA (5 volt).

Pada rangkairangkain driver baris mikrokontroler AT89S52. driver baris adalah komponen yang berfungsi untuk menyalakan led pada dotmatrix pada baris. Port yang digunakan adalah Port1.0-Port 1.7 yaitu pin 1-Pin 8, terdi ri dari transistor 9013(NPN) dan transistor TIP32(PNP). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.7

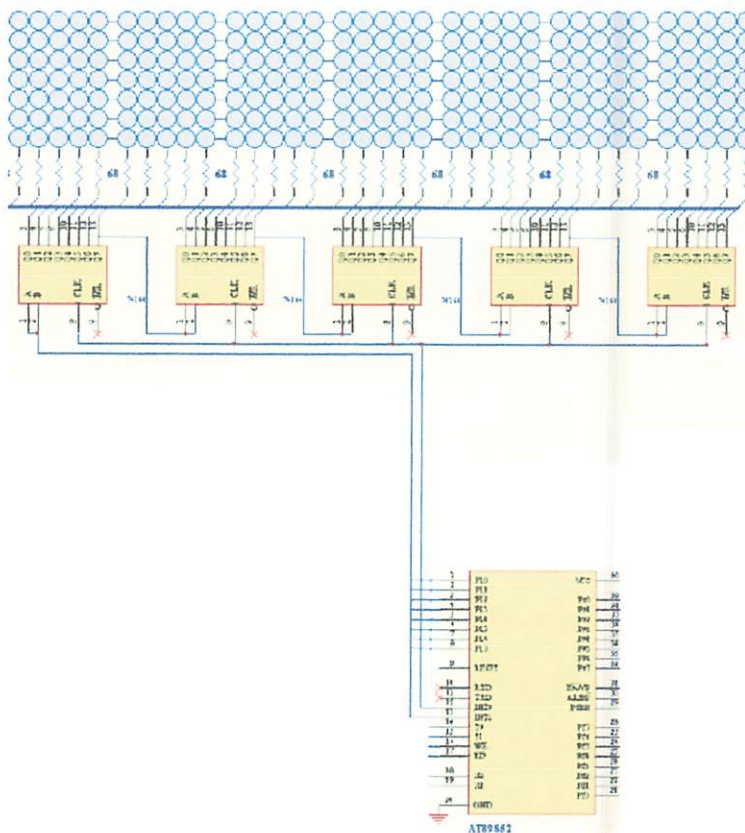


Gambar 3.7

Rangkain Driver Baris dengan Mikrokontroler AT89S52

3.2.5. Rangkaian Driver Kolom dengan mikrokontroler AT89S52

Rangkaian Driver Kolom dengan Mikrokontroler AT89S52 driver kolom adalah komponen yang berfungsi untuk menyalakan led pada dotmatrix pada kolom. Port yang digunakan adalah Port 3.2 (INT0) dan Port 3.3 (INT1) yaitu pin 12 dan pin 13 (Port3). Berikut ini merupakan gambar rangkaian driver kolom dengan mikrokontroler AT89S52. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8

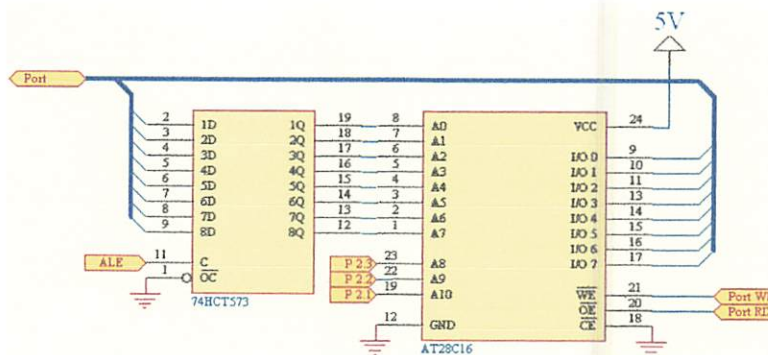


Gambar 3.8

Rangkain Driver Kolom dengan Mikrokontroler AT89S52

3.2.6. Rangkaian Memory External dengan Mikrokontroler AT89S52

Memory External adalah komponen yang berfungsi menyimpan data format dan merubah karakter yang siap dipanggil dan ditampilkan ke dot matrix, Port yang digunakan adalah Port 0.7 - Port 0.0 yaitu Pin 32 - Pin 39 (Port 0), pin sebagai ALE(Address Latch Enable) untuk menahan alamat bawah selama mengakses memori eksternal, Port 2.0 - Port 2.3 yaitu pin 21 - pin 24 (port 2) digunakan untuk Address dan Port 3.6 (WR) dan Port 3.7(RD) yaitu Pin 16 dan Pin 17 (Port 3) digunakan untuk Write & Read. Berikut ini merupakan gambar rangkaian memory external dengan mikrokontroler AT89S52. Dalam Gambar 3.9 ditunjukkan Gambar schematic pada rangkaian Memory external



Gambar 3.9 Gambar rangkaian memory external

3.2.7. Rangkaian Catu Daya

Untuk tegangan 12 volt, outputan dari trafo yang masih berupa AC di searahkan memakai dioda silikon IN4001 dan difilter dengan kapasitor 100 μ A/16V. Untuk menghitung besar tegangan dipakai rumusan :

$$V_{DC} = V_{max}$$

Diketahui :

$$V_{max} = 12 \text{ volt}$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$C = 100\mu\text{A}/16 \text{ Volt}$$

$$I_{dc} = 5\mu\text{A}; \text{ sesuai data sheet IN4001}$$

Maka nilai dari Vdc adalah

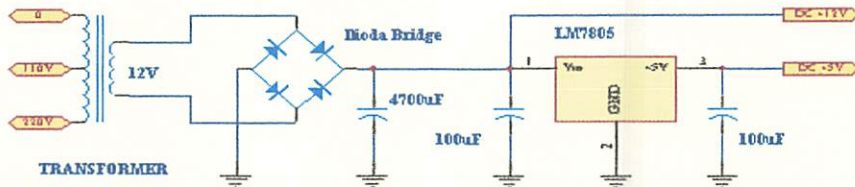
$$V_{dc} = 12 - \frac{5 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 50 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}$$

$$= 12 - 0,0025$$

$$= 11,9975 \text{ Volt}$$

Pada tegangan 5 volt dipakai IC *Regulator LM 7805* untuk menurunkan tegangan dari supply 12 volt DC karena karakteristik dari IC *Regulator LM7805* outputan selalu tetap atau linier. Outputan dari IC regulator difilte lagi sama kapasitor 100 μ A/16V agar tegangan makin linier.

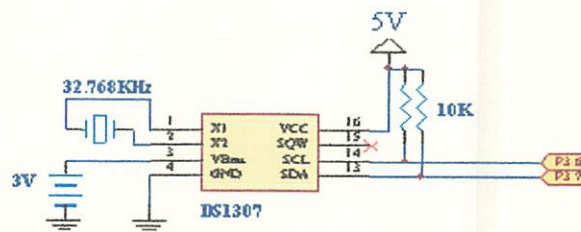
Rangkaian catu daya digunakan trafo step down sebagai pensuplay kebutuhan tegangan dari tiap rangkaian yaitu 12 V dan 5 Volt. Pada gambar 3.10 ditunjukkan bagaimana gambar rangkaian dari Catu Daya yang dirancang.



Gambar 3.10 Skema Rangkaian catu Daya

3.2.8. Real Time Clock (RTC)

RTC merupakan suatu chip (IC) yang memiliki fungsi sebagai penyimpan waktu dan tanggal. IC RTC yaitu DS1307 yang memiliki register yg dapat menyimpan data detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun. sirkuit terpadu yang berfungsi sebagai pemelihara waktu. Dalam Gambar 3.11 ditunjukkan gambar rangkaian RTC sebagai perencanaan alat yang akan dibuat



Gambar 3.11 Rangkaian RTC

3.2.9 Prinsip Kerja Rangkaian Keseluruhan

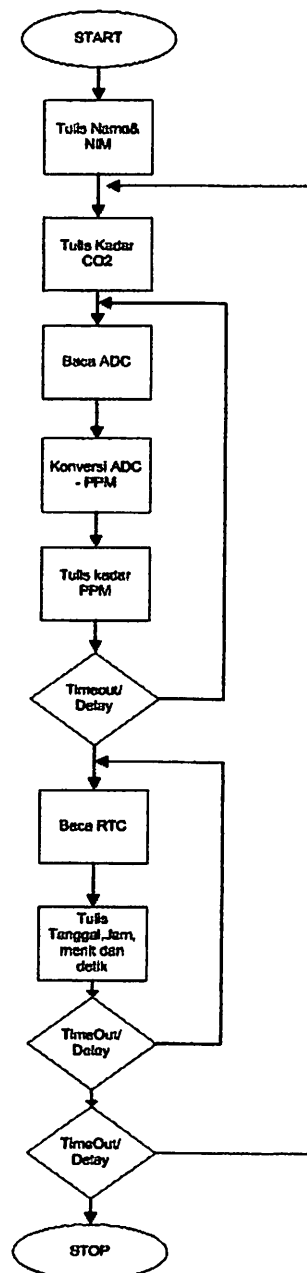
1. Alat ini bekerja mendeteksi dan menampilkan konsentrasi CO₂ pada rangkaian DotMatrix yang ada pada ruangan-ruangan pabrik.
2. Cara kerja pada ketika sensor mendeteksi adanya konsentrasi Gas CO₂ maka sensor akan mengeluarkan tegangan, Nilai tegangan besar atau kecilnya tegangan tergantung dari jumlah konsentrasi Gas yang terdeteksi semakin besar nilai konsentrasi yang terdeteksi maka semakin besar pula jumlah tegangan yang keluar dari sensor.
3. Pengkondisi sinyal ini digunakan sebagai penguat tegangan outputan dari sensor yang nilainya kecil agar menjadi lebih besar yang mana tegangan tersebut di gunakan sebagai masukan ke mikro yang sebesar antara 0-5 volt, karena nilai dari sensor tidak sampai 5 volt maka digunakan pengkondisi sinyal tersebut.
4. DotMatrix akan menampilkan jumlah Konsentrasi CO₂ yang terdeteksi, Port 1.0 – 1.7 memberikan data yang berlogic 0 apa 1 ke Dotmatrix karena prinsip kerja Dotmatrix ini Scanning Sistem, Proses scanning yang dimaksud adalah proses pemberian tegangan *high* pada kolom tertentu dan disertai pemberian tegangan *low* pada baris tertentu secara bersamaan .untuk menampilkan jumlah angka pada Dotmatrix harus didrive tegangan 5 volt melalui pensaklaran elektrik transistor 9013 bertipe NPN yang diolah atau diatur keluarannya oleh *Port 1.0 sampai 1.7*.
5. Driver Kolom pada dotmatrix bertujuan untuk menyalakan setiap Led yang ada. Cara kerja driver ini dimulai dari keluaran tegangan 5volt dari

mikrokontroler yang akan masuk ke transistor 9013(NPN) dimana basis membutuhkan tegangan positive untuk bekerja sebagai saklar dan keluaran transistor 9013 berupa tegangan Negative yang mana tegangan tersebut akan masuk basis transistor TIP32(PNP). Tegangan keluaran dari transistor TIP32 berupa tegangan positive 5volt yang akan menuju ke anoda pada dotmatrix.

6. Untuk driver Baris dotmatrix cara kerjanya akan menerima maupun mengeluarkan data dengan cara pergeseran, yaitu menggeser satu bit data ke kiri atau ke kanan untuk setiap satu periode clock yang diberikan.
7. Kondisi dotmatrix akan menyala sesuai dengan jumlah konsentrasi gas CO₂ yang terdeteksilampu menyala ketika ada orang di dalam ruangan bila ada orang relay aktif menyalakan lampu sedangkan saat tidak terdapat orang diruangan maka relay no aktif jadi lampu tidak menyala / (padam).

3.2.8. Flowchart Alat Pendeteksi Kadar CO2 Berlebih Dalam Ruangan

Perencanaan perangkat keras meliputi perencanaan mikrokontroler AT89S52, Perencanaan sensor gas, Driver DotMatrix, Rangkaian ADC, Rangkaian DotMatrix seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Flowchart

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

4.1 Pengujian Alat Per Blok Rangkaian

Dalam implementasi alat '*Opendeteksi Kadar CO2 berlebih dalam Ruangan Pabrik Berbasis AT89S52*' akan menguji setiap sinyal masukan dan sinyal keluaran dari tiap-tiap blok rangkaian diuji satu – persatu. Pengujian dilakukan tiap blok rangkaian meliputi :

1. Sensor Gas
2. Pengkondisi Sinyal
3. Mikrokontroler AT89S52
4. Tampilan Dotmatriks.
5. Driver Dotmatriks

4.2 Pengujian TGS4161 (sensor gas)

4.2.1 Tujuan

. Dalam pengujian sensor digunakan untuk mengetahui besar tegangan keluaran dari sensor pada saat udara dalam keadaan bersih sehingga dapat dihitung penguatan yang dibutuhkan untuk mendapatkan signal dari sensor.

4.2.2 Peralatan Yang Digunakan

1. Rangkaian sensor gas (TGS 4161)
2. Avometer digital
3. Catu daya sebesar + 5 Volt

4.2.3 Langkah Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan output dari sensor TGSS4161, yaitu ;

Pada rangkaian sensor menggunakan op-amp IC TLC 271 sebagai buffer atau penyanggah karena impedansi sensor terlalu sensor terlalu besar ($>100G\Omega$).

Di ketahui sesuai dengan data sheet:

$$\Delta \text{EMF} = \text{EMF1} - \text{EMF2}$$

$$\text{EMF1} = \text{EMF pada } 350 \text{ ppm CO}_2$$

$$\text{EMF2} = \text{EMF pada konsentrasi gas yang terdeteksi}$$

Dari rumus di atas dapat diketahui (misalkan $X=350 \text{ ppm}$ (range sensor 350-8000ppm)):

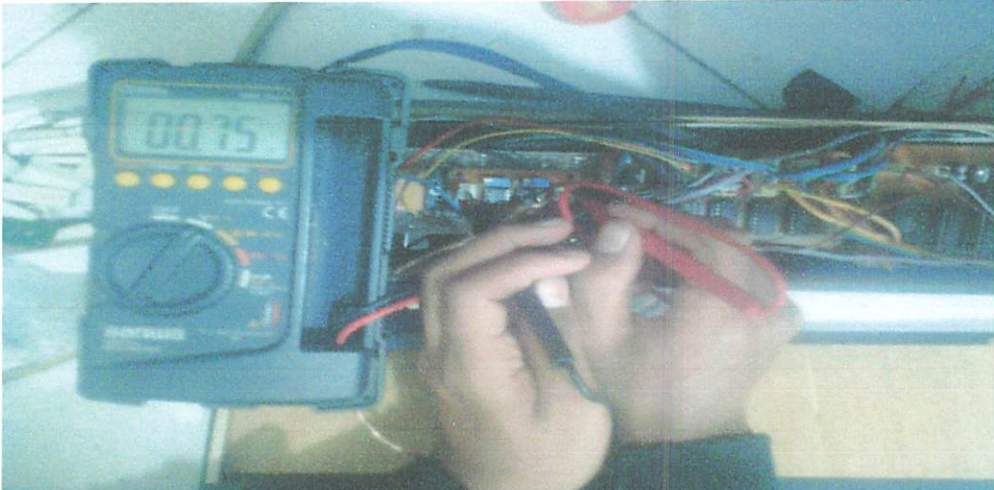
$$\Delta \text{EMF} = \text{EMF1} - \text{EMF2}$$

$$\Delta \text{EMF} = (350 \text{ ppm}) \text{mV} = 350 \text{ ppm} [\text{mV}] - X \text{ ppm} [\text{mV}]$$

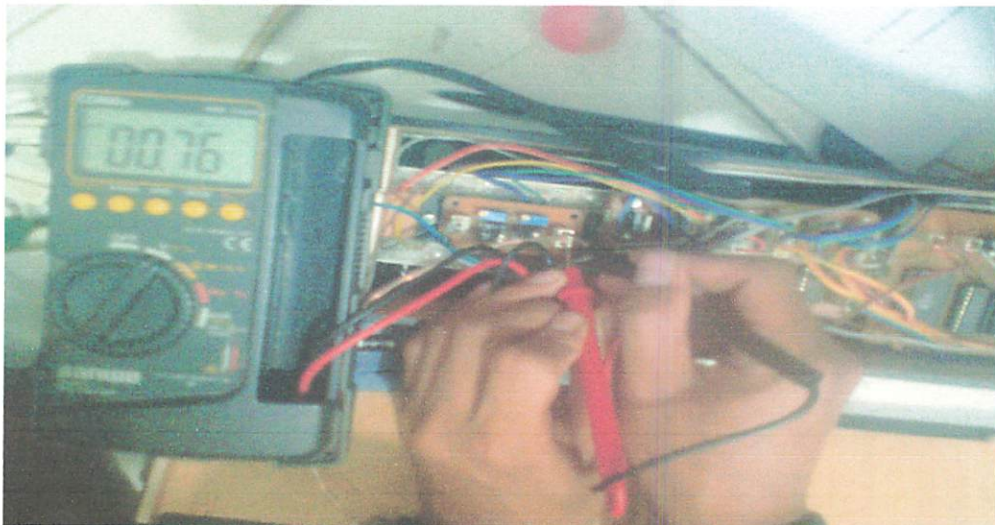
$$\Delta \text{EMF} = (350 \text{ ppm}) \text{mV} = 350 \text{ ppm} [\text{mV}] - 350 \text{ ppm} [\text{mV}]$$

$$\Delta \text{EMF} = (350 \text{ ppm}) \text{mV} = 0 [\text{mV}]$$

Jadi pada saat 350ppm ΔEMF sebesar 0 mV



Gambar 4.1 Pengukuran Tegangan saat sensor tidak terkena gas CO₂



Gambar 4.2 Pengukuran Tegangan sensor terkena gas CO₂

4.2.4 Hasil Analisa Pengujian Sensor

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur nilai dari V_{out} pada sensor TGS4161 dan hasil dari pengukuran tersebut di dapat nilai V_{out} sebesar 75mV pada saat sensor dalam keadaan air cleaned dan 76.4mv pada saat sensor mendeteksi adanya suatu konsentrasi gas Co₂ dan hasil tersebut di dapat Error pada sensor sebesar -0,0135% pada kondisi air cleaned dan -0,013 % pada saat

kondisi terkena gas Co2 dengan menggunakan perhitungan, Dengan menggunakan sensor TGS 4161 dan didapatkan hasil pengujian rangkaian sensor gas CO2 seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.1

$$\text{Selisih} = \frac{|V_{\text{outSensorPerhitungan}} - V_{\text{outSensorPengukuran}}|}{V_{\text{outSensorPengukuran}}}$$

$$\frac{0 - 75}{75} = -1$$

$$\text{Error \%} = \frac{\text{Selisih}}{V_{\text{outSensorPengukuran}}}$$

$$\frac{-1}{75} = -0,0135\%$$

Perhitungan Kondisi terkena Co2

$$\text{Selisih} = \frac{|V_{\text{outSensorPerhitungan}} - V_{\text{outSensorPengukuran}}|}{V_{\text{outSensorPengukuran}}}$$

$$\frac{0 - 76}{76} = -1$$

$$\text{Error \%} = \frac{\text{Selisih}}{V_{\text{outSensorPengukuran}}}$$

$$\frac{-1}{76} = -0,013\%$$

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor TGS 4161

| KONDISI | PERHITUNGAN | PENGUKURAN | Error |
|--------------------|------------------|------------|---------|
| | Δ EMF(mV) | Vout(mV) | % |
| AIR CLEANED | 0 | 75 | -0,0135 |
| DIBERI INPUTAN CO2 | 14 | 76,4 | -0,013 |

1 ppm=54,6 mV

4.3. Pengujian Pengkondisi Sinyal

4.3.1 Tujuan

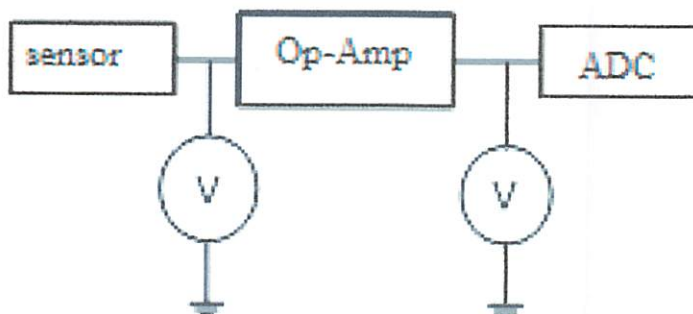
Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui Pengkondisi sinyal dapat bekerja sesuai dengan perintah atau tidak.

4.3.2 Peralatan

1. Rangkain Op-Amp.
2. 2 buah Voltmeter.
3. Catu daya 5V.

4.3.3 Langkah Pengujian

- Merangkai rangkaian seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 4.3

Diagram Blok Penguji Op-Amp

Pada saat sensor mendeteksi air cleaned maka Vout dari sensor yang diukur pada TLC 271 sebesar 750mV yang merupakan inputan pengkondisi sinyal kemudian Vout pada pengkondisi sinyal diukur dan mendapaykan nilai 0V. pada saat sensor diberi inputan berupa gas CO2 Vout yang diukur pada

TLC271 sebesar 785 mV .Kemudian Vout pada pengkondisi sinyal diukur dan mendapatkan nilai 0.78V seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.2, Penghitungan dengan menggunakan rumus (Dian Arintya Rahmi 2008).;

$$V_{out} = (V_{in} - V_{reff}) \left(\frac{R1}{R2} + 1 \right) + V_{reff}$$

$$V_{out} = (750mV - 750mV) \left(\frac{100}{4,7} + 1 \right) + 750$$

$$= 750mV - 750mV(22,28) + 750mV$$

$$= 0(22,28) + 750mV$$

$$V_{out} = 750mV$$

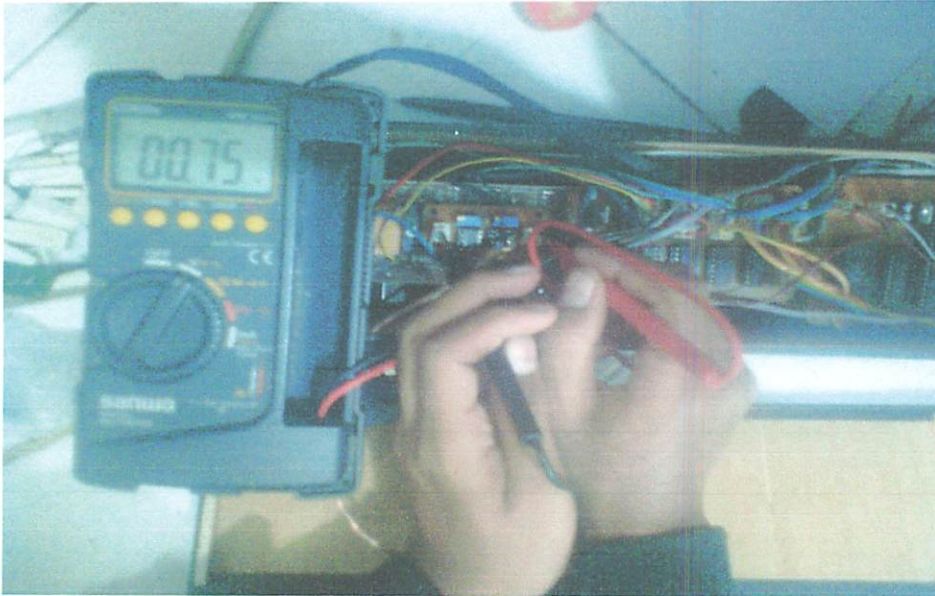
Dari perhitungan pada saat Vin=764

$$V_{out} = (764mV - 750mV) \left(\frac{100}{4,7} + 1 \right) + 750$$

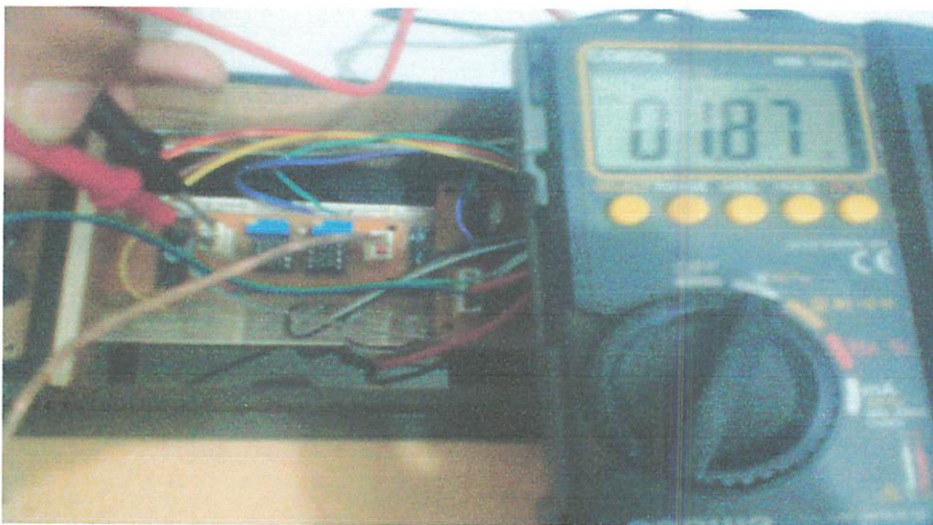
$$V_{out} = 14(22,28) + 750mV$$

$$V_{out} = 319,2mV + 750mV$$

$$V_{out} = 1069,2mV = 1,07mV$$



Gambar 4.4 Pengukuran Tegangan
Pengkondisi Sinyal tidak terkena CO₂



Gambar 4.5 Pengukuran Tegangan Pengkondisi
Sinyal Terkena CO₂

4.3.4 Hasil Analisa Pengujian Pengkondisi Sinyal

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai dari tegangan keluaran(V_{out}) sebelum masuk pada rangkaian pengkondisi sinyal dengan nilai V_{out} sesudah masuk pada rangkaian prngkondisi sinyal mengalami kenaikan dan di dapat nilai tegangan pada saat kondisi air cleaned V_{out} 75mV sebelum melalui rangkaian pengkondisi sinyal dan V_{out} menjadi 1,87mV atau nilai V_{out} naik sebesar 2,49 kali seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{1870 \text{ mV}}{750 \text{ mV}}$$

$$= 2,49 \times$$

Perhitungan pada saat kondisi di Beri inputan Co_2

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{2,11 \text{ v}}{1,07 \text{ v}}$$

$$= 1,97 \times$$

Tabel 4.2

Pengujian Rangkain Pengkondisi Sinyal

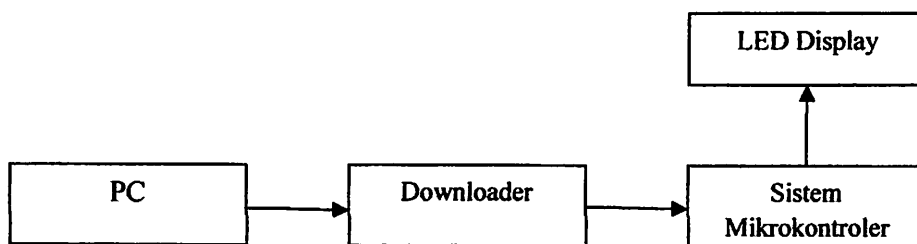
| KONDISI | PERHITUNGAN | PENGUKURAN | PENGUATAN |
|-----------------------|-------------|------------|-----------|
| | V_{out} | V_{out} | X(kali) |
| AIR CLEANED | 750mV | 1870mV | 2,49 |
| DIBERI INPUTAN CO_2 | 1,07V | 2,11V | 1,97 |

4.4. Pengujian Mikrokontroler AT89S52

4.4.1 Tujuan

Untuk mengetahui kondisi awal dari Mikrokontroler apakah sudah sesuai yang direncanakan.

4.4.2 Langkah Pengujian



Gambar 4.6. Diagram Blok Pengujian Mikrokontroler

1. Rangkaian dibuat seperti gambar 4 – 5
2. Memberikan catu daya 5 volt.
3. Membuat program yang akan digunakan dalam pengujian mikrokontroler.

Program yang akan digunakan dalam pengujian mikrokontroler ini merupakan program yang sederhana yang meletakkan $0F_H$ dan $F0_H$ pada Accumulator secara bergantian kemudian membandingkannya pada Port 1 AT8952. Program yang dibuat adalah sebagai berikut :

ORG 00H

JMP START

START : MOV A, #0FH

```
MOV P0,A

CALL TUNDA

MOV A, #0F0H

MOV P0, A

JMP START

TUNDA : MOV R1,#0FFH

TUNDA1 : MOV R2, #0FFH

DJNZ R2,$

DJNZ R1, TUNDA 1

RET

END
```

4. Download Program diatas
5. Mengamati keluaran pada LED Display.

4.4.3. Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian dalam tabel 4.3 dapat dilihat bahwa mikro memberikan outputan logika $0F_H$ dan $F0_H$ secara bergantian sesuai dengan isi program. Pada kondisi $F0_H$ led pada port 0.7 sampai port 0.4 akan dalam kondisi menyala atau on sedangkan pada Port 0.3 sampai port 0.0 kondisi led akan mati atau dalam kondisi off begitu juga pada kondisi bernilai $0F_H$ pada port 0.7 sampai port 0.4 akan

dalam kondisi off atau mati sedangkan pada Port 0.3 sampai port 0.0 kondisi led akan menyala atau dalam kondisi on seperti ditunjukkan dalam tabel 4.3

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Sistem Mikrokontroler

| Kondisi | Keluaran pada LED Display | | | | | | | |
|-----------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | P0.7 | P0.6 | P0.5 | P0.4 | P0.3 | P0.2 | P0.1 | P0.0 |
| F0 _h | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0F _h | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

4.5. Pengujian Tampilan DotMatriks

4.5.1. Tujuan

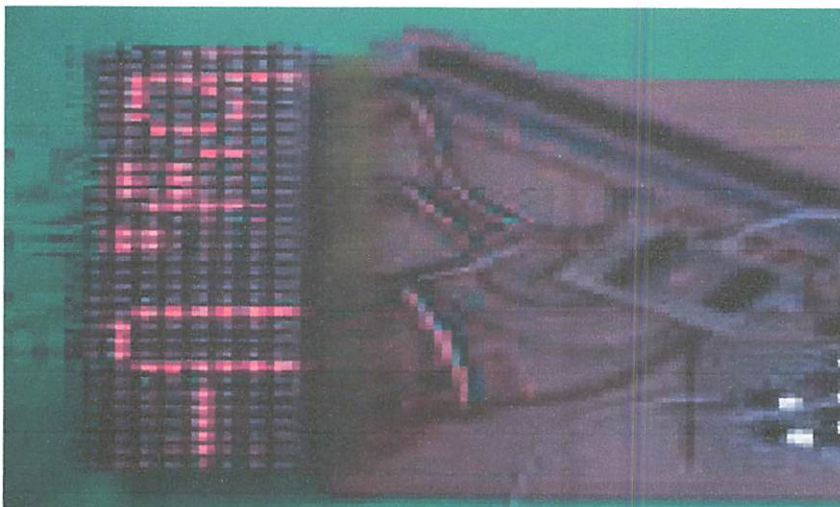
Untuk memperoleh tabel kebenaran pada rangkaian tampilan *Dotmatriks*.

4.5.2. Peralatan

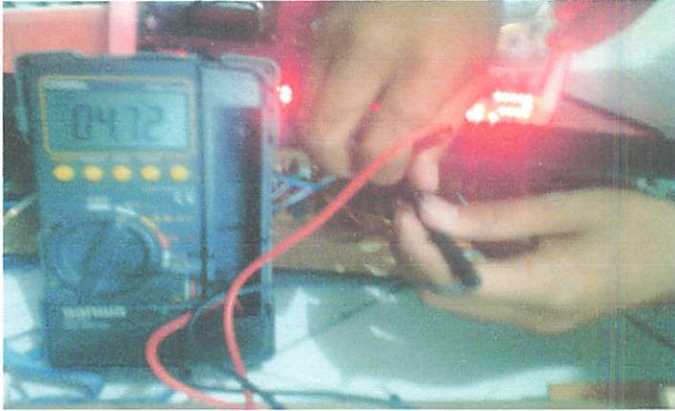
1. Rangkaian Dotmatriks
2. Catu Daya 5 Volt.
3. Digital Multimeter

4.5.3. Langkah Pengujian

1. Menghubungkan Rangkaian LED(Dotmatriks) dengan Catu Daya 5 Volt.
2. Berikan logic data pada Port 1.0 – 1.7 secara bergantian.
3. Mengukur nilai tegangan saat kondisi high dan low
4. Mencatat hasil tegangan dan data outputan dari LED(Dotmatriks)



Gambar 4.7 Percobaan Dotmatriks



Gambar 4.8 Foto Pengukuran Tegangan pada Dotmatiks

Dengan menggunakan perhitungan,

$$\text{Selisih} = \frac{|V_{outSensorPerhitungan} - V_{outSensorPengukuran}|}{V_{outSensorPengukuran}}$$

$$\text{Error \%} = \frac{\text{Selisih}}{V_{outSensorPengukuran}}$$

4.5.4 Analisa Pengujian Dotmatriks

Dari pengujian pada Dotmatriks di dapat nilai dari V_{out} sebesar 4,72 V jadi output tegangan pada dotmatriks memiliki nilai error sebesar 5,93% yang seharusnya 5 V yang diinginkan. Dan dari hasil tersebut error rangetidak terlalu tinggi dan tidak mempengaruhi kinerja dari dotmatriks tersebut untuk menampilkan karakter, nilai error didapat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V=I.R$$

$$R = V/I$$

$$= \frac{5}{0,05}$$

$$R = 100\Omega$$

Jadi hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R yang akan dipakai sebesar 100 Ω , sehingga arus yang akan mengalir adalah

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{100}$$

$$= 0,05A$$

$$= 5 \text{ mA}$$

Pada rangkaian Keluaran ke dotmatrik harus lebih besar dari 1,7 volt. Syarat ini akan terpenuhi jika dotmatrik mendapatkan nilai vout yang sesuai. Analisisnya sebagai berikut:

$$V_{O} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{CC}$$

$$V_{out} = \frac{100000}{100 + 100000} \times 5$$

$$V_{out} = 0,99 \times 5$$

$$V_{out} = 4,995 \text{ Volt}$$

Setelah diketahui nilai Vout ke dotmatriks dapat juga diketahui nilai selisih dan nilai Error untuk dotmatrik seperti yang ditunjukkan dalam tabel 4.4.

$$\text{Selisih} = \frac{|V_{outSensorPerhitungan} - V_{outSensorPengukuran}|}{V_{outSensorPengukuran}}$$

$$V_{out} = \frac{4,995 - 4,72}{4,995}$$

$$= 0,055 \text{ V}$$

$$\text{Error \%} = \frac{\text{Selisih}}{V_{outSensorPengukuran}}$$

$$= 0,011\%$$

Tabel 4.4 Perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan driver transistor

| Keterangan | Perhitungan | Pengukuran | Error (%) | Keterangan |
|----------------|-------------|------------|-----------|------------|
| Dotmatriks (V) | 4,995 | 4,72 | 0,011 | ON |

4.6 Pengujian Driver Dotmatriks sebagai pengontrol.

4.6.1 Tujuan

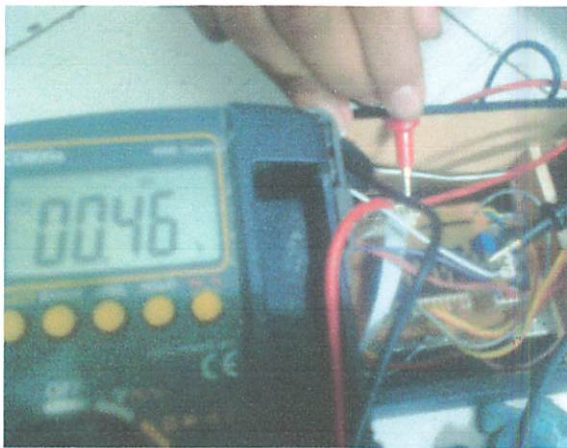
Untuk mengetahui berapa tegangan dan arus kerja untuk mendriver relay sebagai pengontrol lampu Dotmatriks.

4.6.2 Peralatan

1. Rangkaian Driver Dotmatriks.
2. Catu Daya 5 Volt dan 12 Volt
3. Digital Multimeter

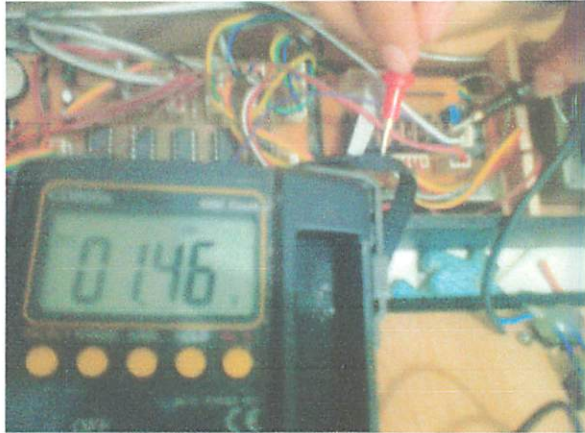
4.6.3 Langkah Pengujian

1. Menghubungkan Rangkaian driver Dotmatriks dengan Catu Daya 5 Volt
2. Dan catu daya 12 volt ke rangkaian buffer
3. Mengukur nilai tegangan pada port 1.0 – port 1,7 dan bagian driver (Transistor)
4. Mencatat hasil pengukuran.



Gambar 4.9

Foto pengukuran arus (I_b) transistor 9013



Gambar 4.10

Foto pengukuran pada Arus(I_B) Transistor TIP32

4.6.4 Analisa pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan sinyal 'low' atau 0 volt pada Port 1.0, tujuannya adalah untuk menguji apakah transistor sebagai saklar untuk mengaktifkan relay dan sebaliknya apabila diberikan sinyal 'high' atau + 5 Volt., transistor tidak bekerja maka relay non aktif. Seperti yang ditunjukkan dalam tabel 4.5

Diketahui dari data sheet transistor 9013 besarnya $I_c = 50 \text{ mA}$, $h_{fe} = 120$, $V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$, sehingga :

$$I_c = I_B \times h_{fe}$$

$$I_B = I_c / h_{fe}$$

$$I_B = \frac{50 \text{ mA}}{120}$$

$$= 0,416 \text{ mA}$$

Sedangkan dari data sheet transistor TIP 32 besarnya $I_c = 50 \text{ mA}$, $h_{fe} = 125$, $V_{BE} = 0,7$, sehingga:

$$I_c = I_B \times h_{fe}$$

$$I_B = I_c / h_{fe}$$

$$I_B = \frac{50 \text{ mA}}{125}$$

$$I_B = 0.4$$

Tabel 4.5 Perbandingan Nilai Arus Dan Tegangan Pada Transistor sebagai Relay

| Keterangan | Arus(I _b) 9013 (mA) | Arus(I _b) TIP 32 (mA) | Penjelasan |
|-------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|
| Perhitungan | 0,416 | 0,4 | Aktif |
| Pengukuran | 0,46 | 1,46 | |
| Error (%) | 7,5 | 14,3 | 0,5 |

4.7 Pengujian Catu Daya

4.7.1 Tujuan

Untuk mengetahui berapa tegangan outputan pada supply regulator pada alat yang dibuat.

4.7.2 Peralatan

- Rangkaian catu daya
- Digital Multimeter
- Tegangan AC 220 Volt

4.7.3 Langkah Pengujian

- Untuk tegangan 12 Volt ukur nilai tegangan outputan setelah melalui kapasitor.
- Pada tegangan 5 volt maka ukur nilai tegangannya setelah melalui IC LM7805 dan kapasitor.

Sesuai dengan rangkaian dibawah ini, pengukuran tegangan regulator.



Gambar 4 . 11 Pengukuran Tegangan regulator

4.7.4 Analisa Pengujian

Pengujian pada tegangan 12 volt hasilnya adalah 12 volt jadi outputan tegangan sesuai dengan apa yang diinginkan. Untuk tegangan 5 volt mengukur keluaran tegangan pada kaki output IC LM7805 (Voltage Regulator) dengan menggunakan multimeter digital hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa keluaran tegangan adalah 5 Volt DC dari hasil pengukuran tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa rangkaian catu daya sudah memiliki keluaran tegangan sesuai yang dibutuhkan dan diharapkan. Seperti yang ditunjukkan dalam tabel 4.6

| Keterangan | Tegangan (12V) | Tegangan (5V) | Penjelasan |
|-------------|----------------|---------------|------------|
| Perhitungan | 11,99 | 5 | Alat aktif |
| Pengukuran | 12 | 5 | |
| Error (%) | 0,83 | 0 | |

Tabel 4 .6 Perbandingan hasil perhitungan dan hasil pengukuran pada catudaya

4.8 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Untuk pengujian Rangkaian secara keseluruhan, pertama IC AT89S52 dipasang pada rangkaian, Pengujian dilakukan pada sebuah plant model ruangan Pada pengujian ini ambang batas yang diberikan sebesar 1000 ppm karena pada kadar 1000 ppm manusia yang berada dalam sebuah ruangan akan mulai merasakan dampak negatif dari gas CO₂ , terus kesemua sistem diberi supply tegangan. Kondisi keadaan Air Cleaned didalam ruangan tampilan Dotmatriks

menunjukkan menunjukkan angka kadar “ 0ppm ”, diartikan belum atau tidak ada gas CO₂ yang masuk di ruangan pabrik. Ketika sensor gas mendeteksi adanya konsentrasi gas masuk maka relay aktif menyalakan Dotmatriks menunjukkan digit angka sesuai jumlah konsentrasi gas CO₂ masuk dalam ruangan pabrik tersebut. Hasil pengujian alat secara keseluruhan diperlihatkan pada Tabel 4 – 7 Dan pada gambar 4.12 ditunjukkan berupa karakteristik pada sensor TSG 4161

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan

| Hasil Monitoring alat | Δ EMF (mV) Data yg telah ada | Δ EMF pada grafik Datasheet (V) | Error % |
|-----------------------|--|---|--------------|
| 350-420 | 0,01 | 0.01 | ± 0 % |
| 440-500 | 0,01 | 0,01 | ± 0 % |
| 530-560 | 0,02 | 0,01 | ± 50 % |
| 650-710 | 0,04 | 0,01 | ± 75 % |
| 790-920 | 0,01 | 0,04 | ± 0 % |
| 1250-1420 | 0,02 | 0,04 | ± 50 % |
| 1820-2860 | 0,03 | 0,04 | ± 11 % |
| 3560-4100 | 0,04 | 0,05 | $\pm 6,26$ % |
| Selisih Error | | | 24,03 |

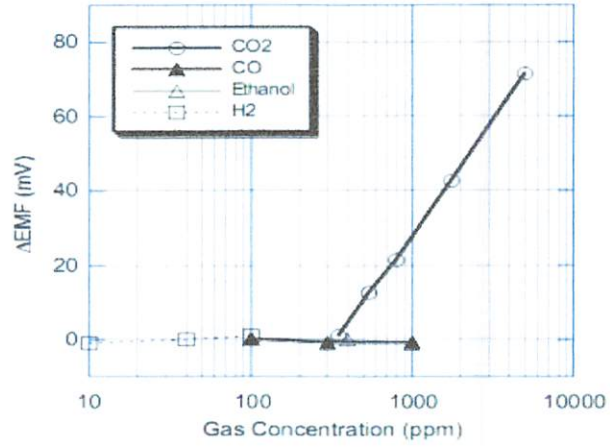
$$\Delta EMF = EMF1 - EMF2$$

where

EMF1 = EMF in 350 ppm CO₂

EMF2 = EMF in listed gas concentration

Sensitivity Characteristics:



Gambar 4.12 Karakteristik Sensor



Gambar 4.13 Konsentrasi CO₂ pada saat 380ppm



Gambar 4.16 Konsentrasi CO2 pada saat 710 ppm



Gambar 4.17 pada konsentrasi CO₂ pada saat 890ppm

Dari hasil pengujian alat secara keseluruhan tersebut maka dapat diambil kesimpulan bahwa alat pendeteksi kadar CO₂ dalam ruangan pabrik berbasis AT89S52 bekerja sesuai dengan apayang direncanakan dari perhitungan dan pengukuran.

4.9 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat pendeteksi kadar CO₂ berlebih dalam ruangan pabrik perkuliahan berbasis AT89S52 dengan tampil Dotmatriks yaitu

- Dimensi Alat : - panjang = 73 cm



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Selama dalam perencanaan dan pengujian dari keseluruhan sistem yang telah di buat maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

1. Hasil proses kalibrasi menunjukkan tegangan keluaran sensor TGS4161 selalu berubah-ubah hal ini karena adanya proses kimia di dalam sensornya.
2. Untuk membaca kadar CO₂ bukan di hitung dari besar tegangan keluaran sensor melainkan dari selisih tegangan keluaran saat kalibrasi dengan keluaran tegangan sensor saat ini, sehingga menghasilkan nilai error yang cukup tinggi sebesar 24.03%.
3. Untuk driver transistor sebagai pengontrol dotmatriks prinsip kerja rangkaiannya, inputan dari mikro berlogic low mendrive transistor 9013(NPN) dengan arus basis sebesar ($I_B = 0,416 \text{ mA}$), maka tegangan $V_{ce}=4,33$ Volt kemudian tegangan mengalir ke bagian basis transistor TIP32(PNP). Supaya transistor bekera switching harus dipenuhi arus basis ($I_B = 1,67 \text{ mA}$) jadi tegangan supply 5 volt bisa mengalir yang akan mengaktifkan Dotmatriks dalam keadaan ON atau yang diinginkan.
4. Kinerja sensor TGS4161 dipengaruhi oleh suhu dalam ruangan, kenaikan suhu akan mempengaruhi kenaikan ΔEMF dari sensor TGS4161 walaupun keadaan karbondioksida dalam ruangan tidak mengalami perubahan.

5.2. Saran – saran

Sebagai masukan guna pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Sebaiknya proses kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan pengukuran kadar CO₂ pada alat pengukur kadar CO₂ yang berbeda.
2. Pengujian dapat dilakukan pada sejumlah ruang tertutup lainnya agar hasil pengujian lebih variatif.
3. Dapat menggunakan sensor yang berbeda dengan tingkat keakuratan pembacaan kadar CO₂ yang lebih tinggi.
4. Perlu adanya pengujian-pengujian yang lain untuk mengetahui faktor-faktor lain yang mempengaruhi kinerja sensor selain suhu, misalnya pengujian dengan kelembaban, pengaruh gas-gas lain, tegangan heater-nya dan lain sebagainya

DAFTAR PUSTAKA

1. *Richard Blocher, Dasar Elektronika, Yogyakarta, Andi, 2004*
2. *Susanto, WK. Dotmatrik, 2007*
3. *D Sharon, dkk "sensor TGS 4161" ,1982,.*
4. *A.E Putra, "Memori program untuk AT89S52", 2002*
5. *Malik, "MCS – 51 Family " , (1997).*
6. *Charles H. Townes "LM 358 (2003)*
7. *Rodwell International Corporation, 1999*
8. *Datasheet AT89S52(Anonymous, 1997).*
9. *Anonymous Sumber : www.atmel.com*
10. *Anonymous Sumber : [http://www.maxim-ic.com/datasheet/PCF 8591](http://www.maxim-ic.com/datasheet/PCF8591)*
11. *Anonymous Sumber: [http:// www.national.com// datasheet//TLC 271](http://www.national.com/datasheet/TLC271)*
12. *Anonymous Sumber: [http://www.spectrum cahaya.com//datasheet](http://www.spectrumcahaya.com/datasheet)*
13. *Anonymous Sumber: [www.delta-elektronik.com//](http://www.delta-elektronik.com/)*

LAMPIRAN

Listing Program yang dipakai adalah sebagai berikut :

```
org 00h
;
Pmpa Bit P2.0

Ktbk Bit P2.2
Kttt Bit P2.3

Rest Bit P2.6
Enbl Bit P2.7

ORpm Bit P3.4
Opto Bit P3.5

Tmot Equ 30h

Char Equ 70h
Bfr0 Equ 71h
Bfr1 Equ 72h

Dsp0 Equ 73h
Dsp1 Equ 74h
Dsp2 Equ 75h

Dfr0 Equ 77h
Dfr1 Equ 78h
Dfr2 Equ 79h

Dly0 Equ 7Ah
Dly1 Equ 7Bh
Dly2 Equ 7Ch
Dly3 Equ 7Dh
Dly4 Equ 7Eh
;
init: lcall lcd_in
      lcall tmr_in
;
mulai: mov DPTR,#tpnama
      lcall line1
```

```

    mov    Char,#16
    lcall  tulis
    mov    DPTR,#tpnims
    lcall  line2
    mov    Char,#16
    lcall  tulis
    lcall  delay2
    mov    DPTR,#tpjurs
    lcall  line1
    mov    Char,#16
    lcall  tulis
    mov    DPTR,#tpuniv
    lcall  line2
    mov    Char,#16
    lcall  tulis
    lcall  delay2
;
    lcall  lcdclr
    mov    DPTR,#tprskt
    lcall  line1
    mov    Char,#16
    lcall  tulis
    lcall  rstktp
    clr   Pmpa
;
    mov    TH0,#050h
    mov    TL0,#0F0h
;
    mov    DPTR,#tprpnl
    lcall  line1
    mov    Char,#16
    lcall  tulis
loop10: lcall  bc_spd
    mov    A,Dsp0
    mov    B,#10
    div   AB
    jnz   loop11
    ljmp  loop12
loop11: mov    A,Dsp0
    mov    B,#50
    div   AB
    jz    loop13
loop12: mov    Dsp0,#0

```

```

    mov  Dsp1,#0
    mov  Dsp2,#0
;
loop13: mov  P0,#088h
    lcall w_ins
    mov  A,Dsp0
    lcall nil
    mov  A,Dsp1
    lcall wr_chr
    mov  A,Dsp2
    lcall wr_chr
    mov  P0,#0D0h
    lcall w_ins
;
    mov  DPTR,#tpfrnl
    lcall line2
    mov  Char,#16
    lcall tulis
    mov  DPTR,#angka
loop00: lcall bc_frk
    mov  A,Dfr0
    mov  B,#30
    div  AB
    jnz  loop01
    ljmp loop02
loop01: mov  A,Dfr0
    mov  B,#70
    div  AB
    jz   loop03
loop02: mov  Dfr0,#0
    mov  Dfr1,#0
    mov  Dfr2,#0
;
loop03: mov  P0,#0C8h
    lcall w_ins
    mov  A,Dfr0
    lcall nil
    mov  P0,#'.'
    lcall w_chr
    mov  A,Dfr1
    lcall wr_chr
    mov  A,Dfr2
    lcall wr_chr

```

```

    mov    P0,#0D0h
    lcall  w_ins
    lcall  delay1
;
loop04: mov    A,Dfr0
    mov    B,#50
    div    AB
    jnz    loop05
    lcall  krnbk1
    ljmp   loop07
loop05: mov    A,Dfr0
    mov    B,#50
    clr    C
    subb   A,B
    jnz    loop06
    lcall  stpkrn
    ljmp   loop07
loop06: lcall  krntt1
;
loop07: ljmp   loop10
;
bc_spd: jnb    ORpm,bc_spd        ;\
    mov    TL0,#000              ;| tunggu zero crossing
    mov    TH0,#000              ;| reset timer
    setb   TR0                    ;|
bcspd0: jb    ORpm,bcspd0        ;| wait 500ms
bcspd1: jnb    ORpm,bcspd1        ;|
    clr    TR0                    ;| tunggu zero crossing
    mov    R0,TL0                 ;| simpan timer
    mov    R1,TH0                 ;/
    mov    R2,#100                ;\
    mov    R3,#000                ;| hasil dibagi 100
    lcall  div16                   ;/
    mov    A,R0                    ;\
    mov    R2,A                    ;|
    mov    A,R1                    ;|
    mov    R3,A                    ;| 10.000 dibagi hasil
    mov    R0,#016                ;|
    mov    R1,#039                ;|
    lcall  div16                   ;/
    mov    R2,#060                ;\
    mov    R3,#000                ;| hasil dikali 60
    lcall  mul16                   ;/

```

```

mov R2,#100 ;\
mov R3,#000 ; | hasil dibagi 100
lcall div16 ; | simpan
mov Dsp0,R0 ;/
mov R0,#010 ;\
mov R1,#000 ; |
lcall mul16 ; | sisa bagi dikali 10
mov R2,#100 ; | dibagi 100
mov R3,#000 ; | simpan hasil
lcall div16 ; |
mov Dsp1,R0 ;/
mov R0,#010 ;\
mov R1,#000 ; |
lcall mul16 ; | sisa bagi dikali 10
mov R2,#100 ; | dibagi 100
mov R3,#000 ; | simpan hasil
lcall div16 ; |
mov Dsp2,R0 ;/
ret

;
bc_frk: jnb ORpm,bc_frk ;\
mov TL0,#000 ; | tunggu zero crossing
mov TH0,#000 ; | reset timer
setb TR0 ; |
bcfrk0: jb ORpm,bcfrk0 ; | wait 500ms
bcfrk1: jnb ORpm,bcfrk1 ; |
clr TR0 ; | tunggu zero crossing
mov R0,TL0 ; | simpan timer
mov R1,TH0 ;/
mov R2,#100 ;\
mov R3,#000 ; | hasil dibagi 100
lcall div16 ;/
mov Bfr0,R0 ;\
mov Bfr1,R1 ; |
mov R0,#016 ; |
mov R1,#039 ; | 10.000 dibagi hasil
mov R2,Bfr0 ; | simpan hasil
mov R3,Bfr1 ; |
lcall div16 ; |
mov Dfr0,R0 ;/
mov A,R2 ;\
mov R0,A ; |
mov A,R3 ; |

```

```

mov R1,A ;|
mov R2,#10 ;| sisa bagi dikali 10
mov R3,#0 ;| dibagi hasil
lcall mul16 ;| simpan hasil dibelakang koma
mov R2,Bfr0 ;|
mov R3,Bfr1 ;|
lcall div16 ;|
mov Dfr1,R0 ;/
mov A,R2 ;\
mov R0,A ;|
mov A,R3 ;|
mov R1,A ;|
mov R2,#10 ;| sisa bagi dikali 10
mov R3,#0 ;| dibagi hasil
lcall mul16 ;| simpan hasil dibelakang koma
mov R2,Bfr0 ;|
mov R3,Bfr1 ;|
lcall div16 ;|
mov Dfr2,R0 ;/
ret

;
rstktp: lcall krntt0
mov Dly3,#2
lcall delay3
mov TL1,#0
mov TH1,#0
setb TR1
lcall bkakrn
rsktp0: mov A,TL1
mov B,#160
div AB
jz rsktp0
ret

;
krnbk0: lcall bkakrn
krbk00: mov Tmot,#0
krbk01: lcall delay0 ; cek opto terhalang
jb Opto,krbk02
ljmp krbk03
krbk02: djnz Tmot,krbk01 ; dec Tmot, if 0 -> back
ljmp krbk06 ; if not loop
krbk03: mov Tmot,#0
krbk04: lcall delay0 ; cek opto terhalang

```

```

    jnb Opto,krbk05
    jmp krbk00
krbk05: djnz Tmot,krbk04
krbk06: lcall stpkrn          ; stop kran
    ret
;
krntt0: lcall ttpkrn
krtt00: mov Tmot,#0
krtt01: lcall delay0        ; cek opto terhalang
    jb Opto,krtt02
    jmp krtt03
krtt02: djnz Tmot,krtt01    ; dec Tmot, if 0 -> back
    jmp krtt06              ; if not loop
krtt03: mov Tmot,#0
krtt04: lcall delay0        ; cek opto terhalang
    jnb Opto,krtt05
    jmp krtt00
krtt05: djnz Tmot,krtt04
krtt06: lcall stpkrn        ; stop valve
    ret
;
krnbk1: lcall bkakrn
krbk10: mov Tmot,#0
krbk11: lcall delay0
    jb Opto,krbk13
krbk12: djnz Tmot,krbk11
    jmp krbk15
krbk13: lcall delay0
    jnb Opto,krbk16
krbk14: djnz Tmot,krbk13
    jmp krbk15
krbk15: lcall stpkrn        ; stop valve
krbk16: ret
;
krntt1: lcall ttpkrn
krtt10: mov Tmot,#0
krtt11: lcall delay0
    jb Opto,krtt13
krtt12: djnz Tmot,krtt11
    jmp krtt15
krtt13: lcall delay0
    jnb Opto,krtt16
krtt14: djnz Tmot,krtt13

```

```

    ljmp  krtt15
krtt15: lcall stpkrn          ; stop valve
krtt16: ret
;
bkakrn: clr  Ktbk          ; buka valve
        setb Kttt
        ret
;
ttpkrn: setb Ktbk          ; tutup valve
        clr  Kttt
        ret
;
stpkrn: setb Ktbk          ; stop valve
        setb Kttt
        ret
;
nilai: mov  B,#100
        div  AB
        lcall wr_chr
        mov  A,B
nil:    mov  B,#10
        div  AB
        lcall wr_chr
        mov  A,B
        lcall wr_chr
        ret
;
tmr_in: mov  Dly3,#1
        lcall delay3
        mov  TMOD,#51h
        ret
;
line1: mov  P0,#080h
        acall w_ins
        ret
;
line2: mov  P0,#0C0h
        acall w_ins
        ret
;
tulis: clr  A
        acall wr_chr
        inc  DPTR

```



```

    djnz Char,tulis
    ret
;
wr_chr: movc  A,@A+DPTR
        mov  P0,A
        acall w_chr
        ret
;
w_ins:  clr  Enbl
        clr  Rest
        setb Enbl
        clr  Enbl
        acall delay0
        ret
;
w_chr:  clr  Enbl
        setb Rest
        setb Enbl
        clr  Enbl
        acall delay0
        ret
;
lcd_in: mov  Dly3,#1
        acall delay3
        mov  P0,#01h           ; Display Clear
        acall w_ins
        mov  P0,#38h           ; Function Set
        acall w_ins
        mov  P0,#0Dh           ; Display On, Cursor, Blink
        acall w_ins
        mov  P0,#06h           ; Entry Mode
        acall w_ins
        mov  P0,#02h           ; Cursor Home
        acall w_ins
        ret
;
lcdclr: mov  P0,#01h           ; Display Clear
        acall w_ins
        acall delay0
        acall delay0
        acall delay0
        ret
;

```

```

delay0: djnz  Dly0,delay0
        ret
;
delay1: acall delay0
        djnz  Dly1,delay1
        ret
;
delay2: mov   Dly2,#20
delay2: acall delay1
        djnz  Dly2,dely2
        ret
;
delay3: acall delay0
        djnz  Dly1,delay3
        djnz  Dly3,delay3
        ret
;
delay4: acall delay0
        djnz  Dly4,delay4
        ret
;
tpnama: DB   ' Agung Rachman '
tpnims: DB   ' Nim : 0852001 '
tpjurs: DB   ' T. Listrik '
tpuniv: DB   ' ITN Malang '

tprskt: DB   ' Reset Katup '
tprpnl: DB   'Speed : 0000 Rpm'
tpfml: DB    ' Frek : 00.00Hz '

angka: DB   '0123456789  '
;
add16: anl   PSW,#0E7h
        mov   A,R0
        add   A,R2
        mov   R0,A
        mov   A,R1
        addc  A,R3
        mov   R1,A
        mov   C,OV
        ret
;
sub16: anl   PSW,#0E7h

```

```
mov  A,R0
clr  C
subb A,R2
mov  R0,A
mov  A,R1
subb A,R3
mov  R1,A
mov  C,OV
ret
```

```
;  
mul16: anl  PSW,#0E7h  
lcall cr0r1  
lcall cr2r3  
lcall umul16  
lcall mr0r3  
ret
```

```
;  
umul16: push B  
push DPL  
mov  A,R0  
mov  B,R2  
mul  AB  
push Acc  
push B  
mov  A,R0  
mov  B,R3  
mul  AB  
pop  00h  
add  A,R0  
mov  R0,A  
clr  A  
addc A,B  
mov  DPL,A  
mov  A,R2  
mov  B,R1  
mul  AB  
add  A,R0  
mov  R0,A  
mov  A,DPL  
addc A,B  
mov  DPL,A  
clr  A  
addc A,#0
```

```

push  Acc
mov   A,R3
mov   B,R1
mul   AB
add   A,DPL
mov   R2,A
pop   Acc
addc  A,B
mov   R3,A
mov   R1,00h
pop   00h
pop   DPL
pop   B
ret

;
div16: anl  PSW,#0E7h
       mov  A,R3
       orl  A,R2
       jnz  divok
       setb C
       ret

;
divok: push  DPL
       push  DPH
       push  B
       lcall cr0r1
       lcall cr2r3
       lcall udiv16
       lcall mr0r1
       clr   C
       pop   B
       pop   DPH
       pop   DPL
       ret

;
udiv16: mov  R7,#0
        mov  R6,#0
        mov  B,#16

;
divlop: clr  C
        mov  A,R0
        rlc  A
        mov  R0,A

```

```

mov  A,R1
rlc  A
mov  R1,A
mov  A,R6
rlc  A
mov  R6,A
mov  A,R7
rlc  A
mov  R7,A
mov  A,R6
clr  C
subb A,R2
mov  DPL,A
mov  A,R7
subb A,R3
mov  DPH,A
cpl  C
jnc  div_1
mov  R7,DPH
mov  R6,DPL
;
div_1: mov  A,R4
rlc  A
mov  R4,A
mov  A,R5
rlc  A
mov  R5,A
djnz B,divlop
mov  A,R5
mov  R1,A
mov  A,R4
mov  R0,A
mov  A,R7
mov  R3,A
mov  A,R6
mov  R2,A
ret
;
cr0r1: mov  A,R1
jb   Acc.7,c0a
clr  21h
ret
;

```

```

c0a:  setb  21h
      mov   A,R0
      cpl  A
      add  A,#1
      mov  R0,A
      mov  A,R1
      cpl  A
      addc A,#0
      mov  R1,A
      ret

;
cr2r3: mov  A,R3
      jb   Acc.7,cla
      clr  22h
      ret

;
cla:   setb  22h
      mov  A,R2
      cpl  A
      add  A,#1
      mov  R2,A
      mov  A,R3
      cpl  A
      addc A,#0
      mov  R3,A
      ret

;
mr0r1: jb   21h,mr0r1b
      jb   22h,mr0r1a
      ret

;
mr0r1b: jnb  22h,mr0r1a
      ret

;
mr0r1a: mov  A,R0
      cpl  A
      add  A,#1
      mov  R0,A
      mov  A,R1
      cpl  A
      addc A,#0
      mov  R1,A
      ret

```

```
;
mr0r3: jb  21h,mr0r3b
        jb  22h,mr0r3a
        ret
;
mr0r3b: jnb 22h,mr0r3a
        ret
;
mr0r3a: mov  A,R0
        cpl  A
        add  A,#1
        mov  R0,A
        mov  A,R1
        cpl  A
        addc A,#0
        mov  R1,A
        mov  A,R2
        cpl  A
        addc A,#0
        mov  R2,A
        mov  A,R3
        cpl  A
        addc A,#0
        mov  R3,A
        ret
;
        end
```

TGS 4161 - for the detection of Carbon Dioxide

Features:

- * High selectivity to CO₂
- * Compact size
- * Low dependency on humidity
- * Long life
- * Low power consumption

Applications:

- * Air quality control
- * Fermentation process control

TGS4161 is a new solid electrolyte CO₂ sensor which offers miniaturization and low power consumption. The CO₂ sensitive element consists of a solid electrolyte formed between two electrodes, together with a printed heater (RuO₂) substrate. By monitoring the change in electromotive force (EMF) generated between the two electrodes, it is possible to measure CO₂ gas concentration.

The top of the sensor cap contains adsorbent (zeolite) for the purpose of reducing the influence of interference gases.

TGS4161 exhibits a linear relationship between Δ EMF and CO₂ gas concentration on a logarithmic scale. The sensor displays good long term stability and shows excellent durability against the effects of high humidity through the application of innovative technology in the sensor's electrode design.



The figure below represents typical sensitivity characteristics of TGS4161. The Y-axis is indicated as Δ EMF which is defined as follows:

$$\Delta\text{EMF} = \text{EMF}_1 - \text{EMF}_2$$

where

EMF₁ = EMF in 350 ppm CO₂

EMF₂ = EMF in listed gas concentration

The figure below shows typical humidity dependency of TGS4161. Again, the Y-axis is indicated as Δ EMF which is defined as follows:

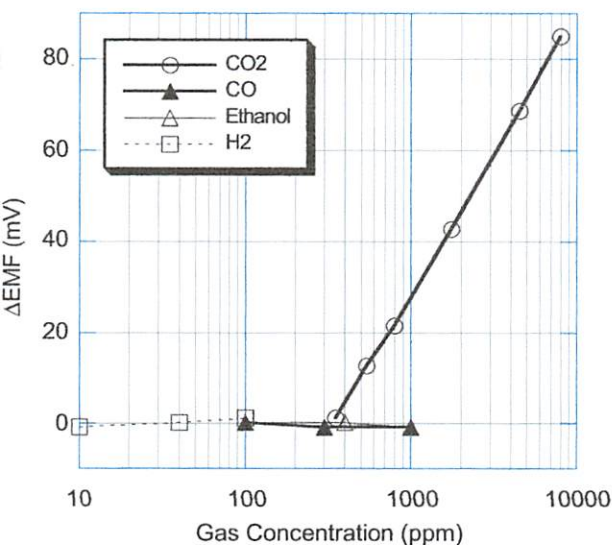
$$\Delta\text{EMF} = \text{EMF}_1 - \text{EMF}_2$$

where

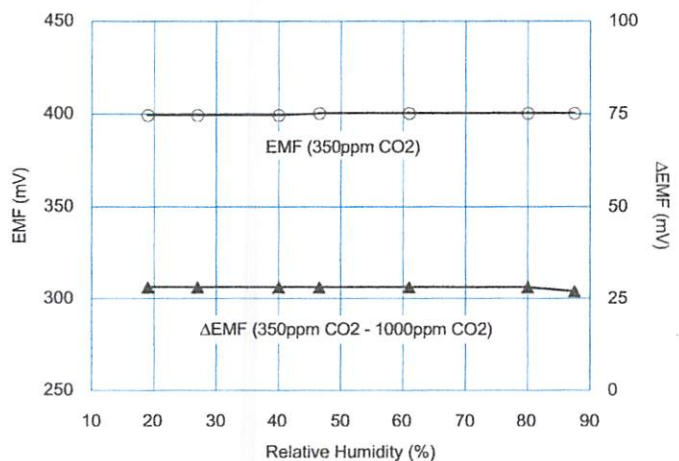
EMF₁ = EMF in 350 ppm CO₂

EMF₂ = EMF in 1000 ppm CO₂

Sensitivity Characteristics:



Humidity Dependency:

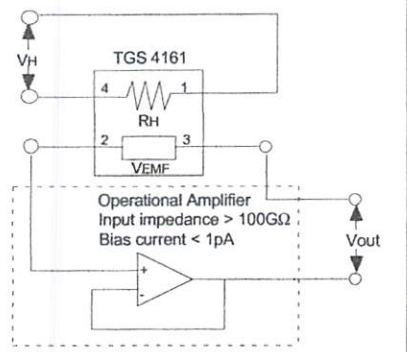


IMPORTANT NOTE: OPERATING CONDITIONS IN WHICH FIGARO SENSORS ARE USED WILL VARY WITH EACH CUSTOMER'S SPECIFIC APPLICATIONS. FIGARO STRONGLY RECOMMENDS CONSULTING OUR TECHNICAL STAFF BEFORE DEPLOYING FIGARO SENSORS IN YOUR APPLICATION AND, IN PARTICULAR, WHEN CUSTOMER'S TARGET GASES ARE NOT LISTED HEREIN. FIGARO CANNOT ASSUME ANY RESPONSIBILITY FOR ANY USE OF ITS SENSORS IN A PRODUCT OR APPLICATION FOR WHICH SENSOR HAS NOT BEEN SPECIFICALLY TESTED BY FIGARO.

Basic Measuring Circuit:

The TGS4161 sensor requires heater voltage (V_H) input. The heater voltage is applied to the integrated heater in order to maintain the sensing element at a specific temperature which is optimal for sensing. Electromotive force (EMF) of the sensor should be measured using a high impedance (>100GΩ) operational amplifier with bias current < 1pA (e.g. Texas Instruments' model #TLC271). Since the solid electrolyte type sensor

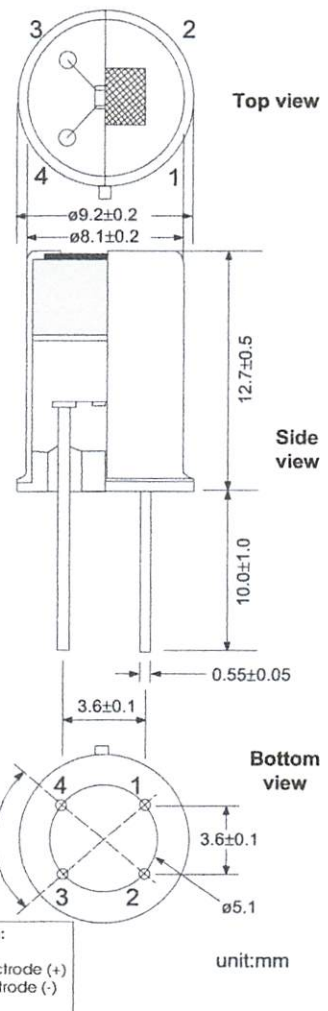
functions as a kind of battery, the EMF value itself would drift using this basic measuring circuit. However, the change of EMF value (ΔEMF) shows a stable relationship with the change of CO₂ concentration. Therefore, in order to obtain an accurate measurement of CO₂, a special microprocessor for signal processing should be used with TGS4161. Figaro can provide a special evaluation sensor module (AM-4) for TGS4161.



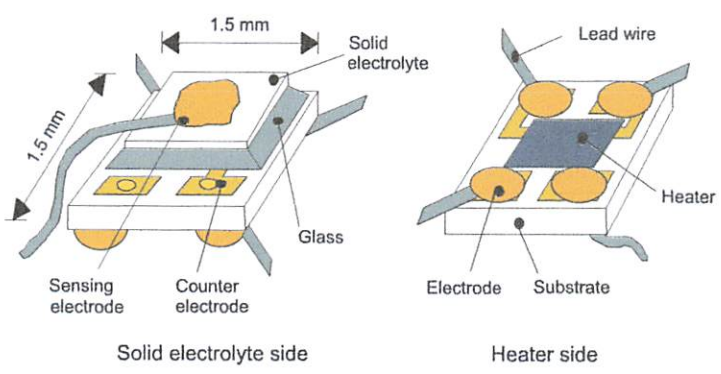
Specifications:

| | | | |
|----------------------------|---------------------------------|--|--|
| Model number | | TGS 4161 | |
| Sensing element type | | Solid electrolyte | |
| Target gases | | Carbon dioxide | |
| Typical detection range | | 350 ~ 8000 ppm | |
| Electrical characteristics | Heater resistance | R _H | 70 ± 7Ω at room temp. |
| | Heater current | I _H | approx. 50mA |
| | Heater power consumption | P _H | approx. 250mW |
| | Electromotive force | EMF | 220~490mV in 350ppm CO ₂ |
| | Sensitivity | ΔEMF | 44~72mV EMF(350ppm CO ₂)-EMF(3500ppm CO ₂) |
| | Heater voltage | V _H | 5.0 ± 0.2V (DC) |
| Sensor characteristics | Response time | approx. 1.5 min. (to 90% of final value) | |
| | Measurement accuracy | approx. ±20% at 1,000ppm CO ₂ | |
| Operating conditions | | -10~50°C, 5~95%RH | |
| Storage conditions | | -20~60°C, 5~90%RH (store in moisture proof bag with silica gel) | |
| Standard test conditions | Test gas condition | CO ₂ in air at 20±2°C, 65±5%RH | |
| | Circuit condition | V _H = 5.0±0.05V DC | |
| | Conditioning period before test | 2 days | |

Structure and Dimensions:



Sensing Element Structure:

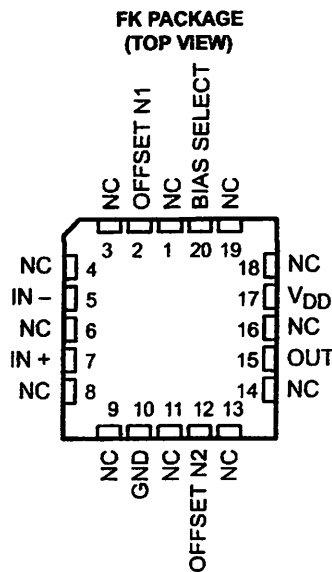
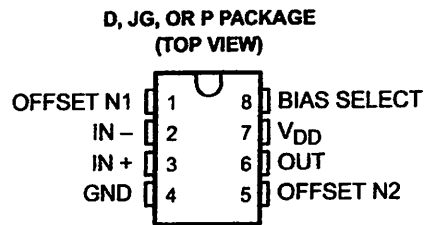


| | |
|---|--|
| <p>FIGARO ENGINEERING INC. 1-5-11 Senba-nishi Mino, Osaka 562-8505 JAPAN Phone: (81)-727-28-2561 Fax: (81)-727-28-0467 email: figaro@figaro.co.jp</p> | <p>FIGARO USA, INC. 3703 West Lake Ave. Suite 203 Glenview, Illinois 60025 USA Phone: (1)-847-832-1701 Fax: (1)-847-832-1705 email: figarousa@figarosensor.com</p> |
|---|--|

TLC271, TLC271A, TLC271B LinCMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS090B – NOVEMBER 1987 – REVISED AUGUST 1996

- Input Offset Voltage Drift . . . Typically 0.1 $\mu\text{V}/\text{Month}$, Including the First 30 Days
- Wide Range of Supply Voltages Over Specified Temperature Range:
0°C to 70°C . . . 3 V to 16 V
–40°C to 85°C . . . 4 V to 16 V
–55°C to 125°C . . . 5 V to 16 V
- Single-Supply Operation
- Common-Mode Input Voltage Range Extends Below the Negative Rail (C-Suffix and I-Suffix Types)
- Low Noise . . . 25 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ Typically at $f = 1 \text{ kHz}$ (High-Bias Mode)
- Output Voltage Range includes Negative Rail
- High Input Impedance . . . $10^{12} \Omega$ Typ
- ESD-Protection Circuitry
- Small-Outline Package Option Also Available in Tape and Reel
- Designed-In Latch-Up Immunity



NC – No internal connection

description

The TLC271 operational amplifier combines a wide range of input offset voltage grades with low offset voltage drift and high input impedance. In addition, the TLC271 offers a bias-select mode that allows the user to select the best combination of power dissipation and ac performance for a particular application. These devices use Texas Instruments silicon-gate LinCMOS™ technology, which provides offset voltage stability far exceeding the stability available with conventional metal-gate processes.

AVAILABLE OPTIONS

| T _A | V _{IO} max AT 25°C | PACKAGE | | | |
|----------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|
| | | SMALL OUTLINE (D) | CHIP CARRIER (FK) | CERAMIC DIP (JG) | PLASTIC DIP (P) |
| 0°C to 70°C | 2 mV 5 mV 10 mV | TLC271BCD TLC271ACD TLC271CD | — | — | TLC271BCP TLC271ACP TLC271CP |
| –40°C to 85°C | 2 mV 5 mV 10 mV | TLC271BID TLC271AID TLC271ID | — | — | TLC271BIP TLC271AIP TLC271IP |
| –55°C to 125°C | 10 mV | TLC271MD | TLC271MFK | TLC271MJG | TLC271MP |

The D package is available taped and reeled. Add R suffix to the device type (e.g., TLC271BCDR).



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinCMOS is a trademark of Texas Instruments Incorporated.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1996, Texas Instruments Incorporated

TLC271, TLC271A, TLC271B
LinCMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER
OPERATIONAL AMPLIFIERS

DS090B – NOVEMBER 1987 – REVISED AUGUST 1996

DEVICE FEATURES

| PARAMETER† | BIAS-SELECT MODE | | | UNIT |
|------------|------------------|--------|------|-----------------|
| | HIGH | MEDIUM | LOW | |
| P_D | 3375 | 525 | 50 | μW |
| SR | 3.6 | 0.4 | 0.03 | V/ μs |
| V_n | 25 | 32 | 68 | nV/ \sqrt{Hz} |
| B_1 | 1.7 | 0.5 | 0.09 | MHz |
| AVD | 23 | 170 | 480 | V/mV |

† Typical at $V_{DD} = 5 V$, $T_A = 25^\circ C$

Description (continued)

Using the bias-select option, these cost-effective devices can be programmed to span a wide range of applications that previously required BiFET, NFET or bipolar technology. Three offset voltage grades are available (C-suffix and I-suffix types), ranging from the low-cost TLC271 (10 mV) to the TLC271B (2 mV) low-offset version. The extremely high input impedance and low bias currents, in conjunction with good common-mode rejection and supply voltage rejection, make these devices a good choice for new state-of-the-art designs as well as for upgrading existing designs.

In general, many features associated with bipolar technology are available in LinCMOS™ operational amplifiers, without the power penalties of bipolar technology. General applications such as transducer interfacing, analog calculations, amplifier blocks, active filters, and signal buffering are all easily designed with the TLC271. The devices also exhibit low-voltage single-supply operation, making them ideally suited for remote and inaccessible battery-powered applications. The common-mode input voltage range includes the negative rail.

A wide range of packaging options is available, including small-outline and chip-carrier versions for high-density system applications.

The device inputs and output are designed to withstand –100-mA surge currents without sustaining latch-up.

The TLC271 incorporates internal ESD-protection circuits that prevent functional failures at voltages up to 2000 V as tested under MIL-STD-883C, Method 3015.2; however, care should be exercised in handling these devices as exposure to ESD may result in the degradation of the device parametric performance.

The C-suffix devices are characterized for operation from 0°C to 70°C. The I-suffix devices are characterized for operation from –40°C to 85°C. The M-suffix devices are characterized for operation over the full military temperature range of –55°C to 125°C.

Bias-select feature

The TLC271 offers a bias-select feature that allows the user to select any one of three bias levels depending on the level of performance desired. The tradeoffs between bias levels involve ac performance and power dissipation (see Table 1).



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

bias-select feature (continued)

Table 1. Effect of Bias Selection on Performance

| TYPICAL PARAMETER VALUES $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{ V}$ | | MODE | | | UNIT |
|--|--|--|---|--------------------------------------|------------------------|
| | | HIGH BIAS $R_L = 10\text{ k}\Omega$ | MEDIUM BIAS $R_L = 100\text{ k}\Omega$ | LOW BIAS $R_L = 1\text{ M}\Omega$ | |
| P_D | Power dissipation | 3.4 | 0.5 | 0.05 | mW |
| SR | Slew rate | 3.6 | 0.4 | 0.03 | V/ μs |
| V_n | Equivalent input noise voltage at $f = 1\text{ kHz}$ | 25 | 32 | 68 | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| B_1 | Unity-gain bandwidth | 1.7 | 0.5 | 0.09 | MHz |
| ϕ_m | Phase margin | 46° | 40° | 34° | |
| A_{VD} | Large-signal differential voltage amplification | 23 | 170 | 480 | V/mV |

bias selection

Bias selection is achieved by connecting the bias select pin to one of three voltage levels (see Figure 1). For medium-bias applications, it is recommended that the bias select pin be connected to the midpoint between the supply rails. This procedure is simple in split-supply applications, since this point is ground. In single-supply applications, the medium-bias mode necessitates using a voltage divider as indicated in Figure 1. The use of large-value resistors in the voltage divider reduces the current drain of the divider from the supply line. However, large-value resistors used in conjunction with a large-value capacitor require significant time to charge up to the supply midpoint after the supply is switched on. A voltage other than the midpoint can be used if it is within the voltages specified in Figure 1.

bias selection (continued)

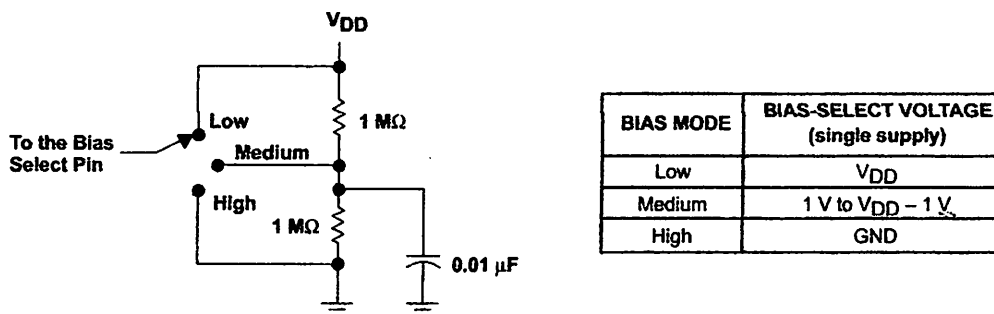


Figure 1. Bias Selection for Single-Supply Applications

high-bias mode

In the high-bias mode, the TLC271 series features low offset voltage drift, high input impedance, and low noise. Speed in this mode approaches that of BiFET devices but at only a fraction of the power dissipation. Unity-gain bandwidth is typically greater than 1 MHz.

medium-bias mode

The TLC271 in the medium-bias mode features low offset voltage drift, high input impedance, and low noise. Speed in this mode is similar to general-purpose bipolar devices but power dissipation is only a fraction of that consumed by bipolar devices.

TLC271, TLC271A, TLC271B
CMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER
OPERATIONAL AMPLIFIERS

OS090B - NOVEMBER 1987 - REVISED AUGUST 1996

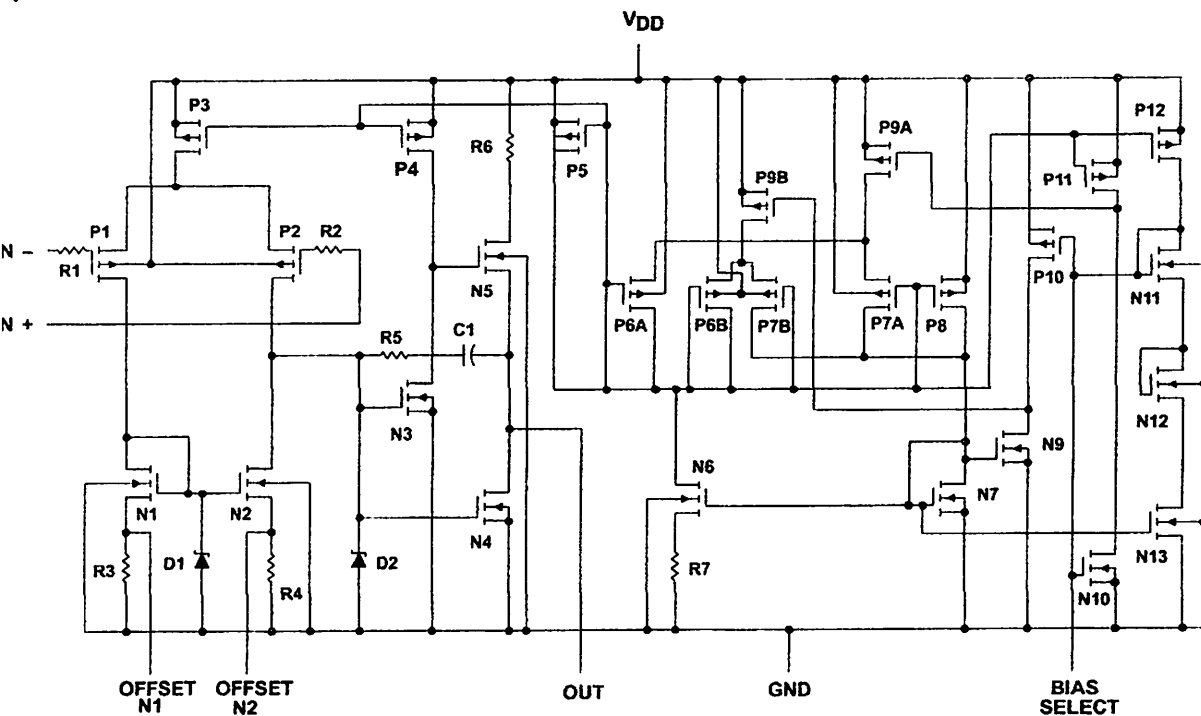
low-bias mode

In the low-bias mode, the TLC271 features low offset voltage drift, high input impedance, extremely low power consumption, and high differential voltage gain.

ORDER OF CONTENTS

| TOPIC | BIAS MODE |
|--|-----------------------------|
| schematic | all |
| absolute maximum ratings | all |
| recommended operating conditions | all |
| electrical characteristics operating characteristics typical characteristics | high (Figures 2 - 33) |
| electrical characteristics operating characteristics typical characteristics | medium (Figures 34 - 65) |
| electrical characteristics operating characteristics typical characteristics | low (Figures 66 - 97) |
| parameter measurement information | all |
| application information | all |

Equivalent schematic



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

TLC271, TLC271A, TLC271B
LinCMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER
OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS090B – NOVEMBER 1987 – REVISED AUGUST 1996

absolute maximum ratings over operating free-air temperature (unless otherwise noted)†

| | |
|--|------------------------------|
| Supply voltage, V_{DD} (see Note 1) | 18 V |
| Differential input voltage, V_{ID} (see Note 2) | $\pm V_{DD}$ |
| Input voltage range, V_I (any input) | -0.3 V to V_{DD} |
| Input current, I_I | ± 5 mA |
| Output current, I_O | ± 30 mA |
| Duration of short-circuit current at (or below) 25°C (see Note 3) | Unlimited |
| Continuous total dissipation | See Dissipation Rating Table |
| Operating free-air temperature, T_A : C suffix | 0°C to 70°C |
| I suffix | -40°C to 85°C |
| M suffix | -55°C to 125°C |
| Storage temperature range | -65°C to 150°C |
| Case temperature for 60 seconds: FK package | 260°C |
| Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: D or P package | 260°C |
| Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 60 seconds: JG package | 300°C |

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES: 1. All voltage values, except differential voltages, are with respect to network ground.
2. Differential voltages are at $IN+$ with respect to $IN-$.
3. The output may be shorted to either supply. Temperature and/or supply voltages must be limited to ensure that the maximum dissipation rating is not exceeded (see application section).

DISSIPATION RATING TABLE

| PACKAGE | $T_A \leq 25^\circ\text{C}$ | DERATING FACTOR ABOVE $T_A = 25^\circ\text{C}$ | $T_A = 70^\circ\text{C}$ | $T_A = 85^\circ\text{C}$ | $T_A = 125^\circ\text{C}$ |
|---------|-----------------------------|---|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | POWER RATING | | POWER RATING | POWER RATING | POWER RATING |
| D | 725 mW | 5.8 mW/°C | 464 mW | 377 mW | 145 mW |
| FK | 1375 mW | 11.0 mW/°C | 880 mW | 715 mW | 275 mW |
| JG | 1050 mW | 8.4 mW/°C | 672 mW | 546 mW | 210 mW |
| P | 1000 mW | 8.0 mW/°C | 640 mW | 520 mW | 200 mW |

recommended operating conditions

| | C SUFFIX | | I SUFFIX | | M SUFFIX | | UNIT |
|---------------------------------------|-----------------|-----|----------|-----|----------|-----|------|
| | MIN | MAX | MIN | MAX | MIN | MAX | |
| Supply voltage, V_{DD} | 3 | 16 | 4 | 16 | 5 | 16 | V |
| Common-mode input voltage, V_{IC} | $V_{DD} = 5$ V | | -0.2 | 3.5 | -0.2 | 3.5 | V |
| | $V_{DD} = 10$ V | | -0.2 | 8.5 | -0.2 | 8.5 | |
| Operating free-air temperature, T_A | 0 | 70 | -40 | 85 | -55 | 125 | °C |



LC271, TLC271A, TLC271B
inCMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER
OPERATIONAL AMPLIFIERS

OS090B - NOVEMBER 1987 - REVISED AUGUST 1996

HIGH-BIAS MODE

Electrical characteristics at specified free-air temperature (unless otherwise noted)

| PARAMETER | | TEST CONDITIONS | T _A † | TLC271C, TLC271AC, TLC271BC | | | | | | UNIT |
|------------------|--|---|------------------|-----------------------------|-------------|-----|------------------------|-------------|------|------|
| | | | | V _{DD} = 5 V | | | V _{DD} = 10 V | | | |
| | | | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | |
| V _{IO} | Input offset voltage | V _O = 1.4 V, V _{IC} = 0 V, R _S = 50 Ω, R _L = 10 kΩ | 25°C | 1.1 | 10 | | 1.1 | 10 | mV | |
| | | | Full range | | | 12 | | 12 | | |
| | | | 25°C | 0.9 | 5 | | 0.9 | 5 | | |
| | | | Full range | | | 6.5 | | 6.5 | | |
| | | | 25°C | 0.34 | 2 | | 0.39 | 2 | | |
| | | | Full range | | | 3 | | 3 | | |
| V _{IO} | Average temperature coefficient of input offset voltage | | 25°C to 70°C | 1.8 | | | 2 | μV/°C | | |
| I _O | Input offset current (see Note 4) | V _O = V _{DD} /2, V _{IC} = V _{DD} /2 | 25°C | 0.1 | | | 0.1 | pA | | |
| | | | 70°C | 7 | 300 | | 7 | | 300 | |
| I _B | Input bias current (see Note 4) | V _O = V _{DD} /2, V _{IC} = V _{DD} /2 | 25°C | 0.6 | | | 0.7 | pA | | |
| | | | 70°C | 40 | 600 | | 50 | | 600 | |
| V _{ICR} | Common-mode input voltage range (see Note 5) | | 25°C | -0.2 to 4 | -0.3 to 4.2 | | -0.2 to 9 | -0.3 to 9.2 | V | |
| | | | Full range | -0.2 to 3.5 | | | -0.2 to 8.5 | | V | |
| V _{OH} | High-level output voltage | V _{ID} = 100 mV, R _L = 10 kΩ | 25°C | 3.2 | 3.8 | | 8 | 8.5 | V | |
| | | | 0°C | 3 | 3.8 | | 7.8 | 8.5 | | |
| | | | 70°C | 3 | 3.8 | | 7.8 | 8.4 | | |
| V _{OL} | Low-level output voltage | V _{ID} = -100 mV, I _{OL} = 0 | 25°C | | 0 | 50 | | 0 | 50 | mV |
| | | | 0°C | | 0 | 50 | | 0 | 50 | |
| | | | 70°C | | 0 | 50 | | 0 | 50 | |
| V _{VD} | Large-signal differential voltage amplification | R _L = 10 kΩ, See Note 6 | 25°C | 5 | 23 | | 10 | 36 | V/mV | |
| | | | 0°C | 4 | 27 | | 7.5 | 42 | | |
| | | | 70°C | 4 | 20 | | 7.5 | 32 | | |
| MRR | Common-mode rejection ratio | V _{IC} = V _{ICRmin} | 25°C | 65 | 80 | | 65 | 85 | dB | |
| | | | 0°C | 60 | 84 | | 60 | 88 | | |
| | | | 70°C | 60 | 85 | | 60 | 88 | | |
| SVR | Supply-voltage rejection ratio (ΔV _{DD} /ΔV _{IO}) | V _{DD} = 5 V to 10 V V _O = 1.4 V | 25°C | 65 | 95 | | 65 | 95 | dB | |
| | | | 0°C | 60 | 94 | | 60 | 94 | | |
| | | | 70°C | 60 | 96 | | 60 | 96 | | |
| (SEL) | Input current (BIAS SELECT) | V _{I(SEL)} = 0 | 25°C | -1.4 | | | -1.9 | μA | | |
| I _{DD} | Supply current | V _O = V _{DD} /2, V _{IC} = V _{DD} /2, No load | 25°C | 675 | 1600 | | 950 | 2000 | μA | |
| | | | 0°C | 775 | 1800 | | 1125 | 2200 | | |
| | | | 70°C | 575 | 1300 | | 750 | 1700 | | |

† Full range is 0°C to 70°C.

NOTES: 4. The typical values of input bias current and input offset current below 5 pA were determined mathematically.

5. This range also applies to each input individually.

6. At V_{DD} = 5 V, V_O = 0.25 V to 2 V; at V_{DD} = 10 V, V_O = 1 V to 6 V.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

TLC271, TLC271A, TLC271B
LinCMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER
OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS090B – NOVEMBER 1987 – REVISED AUGUST 1996

HIGH-BIAS MODE

electrical characteristics at specified free-air temperature (unless otherwise noted)

| PARAMETER | | TEST CONDITIONS | T _A † | TLC271I, TLC271AI, TLC271BI | | | | | | UNIT |
|---------------------|--|--|------------------|-----------------------------|-------------|------|------------------------|-------------|-------|------|
| | | | | V _{DD} = 5 V | | | V _{DD} = 10 V | | | |
| | | | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | |
| V _{IO} | Input offset voltage | TLC271I V _O = 1.4 V, V _{IC} = 0 V, R _S = 50 Ω, R _L = 10 kΩ | 25°C | | 1.1 | 10 | | 1.1 | 10 | mV |
| | | | Full range | | | 13 | | 13 | | |
| | | | 25°C | | 0.9 | 5 | | 0.9 | 5 | |
| | | | Full range | | | 7 | | 7 | | |
| | | | 25°C | | 0.34 | 2 | | 0.39 | 2 | |
| | | | Full range | | | 3.5 | | 3.5 | | |
| α _{VIO} | Average temperature coefficient of input offset voltage | | 25°C to 85°C | | 1.8 | | 2 | | μV/°C | |
| I _{IO} | Input offset current (see Note 4) | V _O = V _{DD} /2, V _{IC} = V _{DD} /2 | 25°C | | 0.1 | | 0.1 | | pA | |
| | | | 85°C | | 24 | 1000 | 26 | 1000 | | |
| I _{IB} | Input bias current (see Note 4) | V _O = V _{DD} /2, V _{IC} = V _{DD} /2 | 25°C | | 0.6 | | 0.7 | | pA | |
| | | | 85°C | | 200 | 2000 | 220 | 2000 | | |
| V _{ICR} | Common-mode input voltage range (see Note 5) | | 25°C | -0.2 to 4 | -0.3 to 4.2 | | -0.2 to 9 | -0.3 to 9.2 | V | |
| | | | Full range | -0.2 to 3.5 | | | -0.2 to 8.5 | | V | |
| V _{OH} | High-level output voltage | V _{ID} = 100 mV, R _L = 10 kΩ | 25°C | 3.2 | 3.8 | | 8 | 8.5 | V | |
| | | | -40°C | 3 | 3.8 | | 7.8 | 8.5 | | |
| | | | 85°C | 3 | 3.8 | | 7.8 | 8.5 | | |
| V _{OL} | Low-level output voltage | V _{ID} = -100 mV, I _{OL} = 0 | 25°C | | 0 | 50 | | 0 | 50 | mV |
| | | | -40°C | | 0 | 50 | | 0 | 50 | |
| | | | 85°C | | 0 | 50 | | 0 | 50 | |
| A _{VD} | Large-signal differential voltage amplification | R _L = 10 kΩ, See Note 6 | 25°C | 5 | 23 | | 10 | 36 | V/mV | |
| | | | -40°C | 3.5 | 32 | | 7 | 46 | | |
| | | | 85°C | 3.5 | 19 | | 7 | 31 | | |
| CMRR | Common-mode rejection ratio | V _{IC} = V _{ICRmin} | 25°C | 65 | 80 | | 65 | 85 | dB | |
| | | | -40°C | 60 | 81 | | 60 | 87 | | |
| | | | 85°C | 60 | 86 | | 60 | 88 | | |
| k _{SVR} | Supply-voltage rejection ratio (ΔV _{DD} /ΔV _{IO}) | V _{DD} = 5 V to 10 V V _O = 1.4 V | 25°C | 65 | 95 | | 65 | 95 | dB | |
| | | | -40°C | 60 | 92 | | 60 | 92 | | |
| | | | 85°C | 60 | 96 | | 60 | 96 | | |
| I _{I(SEL)} | Input current (BIAS SELECT) | V _{I(SEL)} = 0 | 25°C | | -1.4 | | -1.9 | μA | | |
| I _{DD} | Supply current | V _O = V _{DD} /2, V _{IC} = V _{DD} /2, No load | 25°C | 675 | 1600 | | 950 | 2000 | μA | |
| | | | -40°C | 950 | 2200 | | 1375 | 2500 | | |
| | | | 85°C | 525 | 1200 | | 725 | 1600 | | |

† Full range is -40°C to 85°C.

- NOTES: 4. The typical values of input bias current and input offset current below 5 pA were determined mathematically.
5. This range also applies to each input individually.
6. At V_{DD} = 5 V, V_O = 0.25 V to 2 V; at V_{DD} = 10 V, V_O = 1 V to 6 V.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

LC271, TLC271A, TLC271B
nCMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER
OPERATIONAL AMPLIFIERS

DS0908 – NOVEMBER 1987 – REVISED AUGUST 1996

HIGH-BIAS MODE

Electrical characteristics at specified free-air temperature (unless otherwise noted)

| PARAMETER | TEST CONDITIONS | T _A † | TLC271M | | | | | | UNIT |
|---|---|------------------|-----------------------|-------------|-----|------------------------|-------------|------|-------|
| | | | V _{DD} = 5 V | | | V _{DD} = 10 V | | | |
| | | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | |
| I _{IO} Input offset voltage | V _O = 1.4 V, V _{IC} = 0 V, R _S = 50 Ω, R _L = 10 kΩ | 25°C | 1.1 | 10 | | 1.1 | 10 | mV | |
| | | Full range | | | 12 | | 12 | | |
| V _{IO} Average temperature coefficient of input offset voltage | | 25°C to 125°C | 2.1 | | | 2.2 | | | μV/°C |
| I _O Input offset current (see Note 4) | V _O = V _{DD} /2, V _{IC} = V _{DD} /2 | 25°C | 0.1 | | | 0.1 | | | pA |
| | | 125°C | 1.4 | 15 | | 1.8 | 15 | nA | |
| I _B Input bias current (see Note 4) | V _O = V _{DD} /2, V _{IC} = V _{DD} /2 | 25°C | 0.6 | | | 0.7 | | | pA |
| | | 125°C | 9 | 35 | | 10 | 35 | nA | |
| V _{CR} Common-mode input voltage range (see Note 5) | | 25°C | 0 to 4 | -0.3 to 4.2 | | 0 to 9 | -0.3 to 9.2 | V | |
| | | Full range | 0 to 3.5 | | | 0 to 8.5 | | V | |
| V _{OH} High-level output voltage | V _{ID} = 100 mV, R _L = 10 kΩ | 25°C | 3.2 | 3.8 | | 8 | 8.5 | V | |
| | | -55°C | 3 | 3.8 | | 7.8 | 8.5 | | |
| | | 125°C | 3 | 3.8 | | 7.8 | 8.4 | | |
| V _{OL} Low-level output voltage | V _{ID} = -100 mV, I _{OL} = 0 | 25°C | | 0 | 50 | | 0 | 50 | mV |
| | | -55°C | | 0 | 50 | | 0 | 50 | |
| | | 125°C | | 0 | 50 | | 0 | 50 | |
| V _{VD} Large-signal differential voltage amplification | R _L = 10 kΩ, See Note 6 | 25°C | 5 | 23 | | 10 | 36 | V/mV | |
| | | -55°C | 3.5 | 35 | | 7 | 50 | | |
| | | 125°C | 3.5 | 16 | | 7 | 27 | | |
| V _{MRR} Common-mode rejection ratio | V _{IC} = V _{ICRmin} | 25°C | 65 | 80 | | 65 | 85 | dB | |
| | | -55°C | 60 | 81 | | 60 | 87 | | |
| | | 125°C | 60 | 84 | | 60 | 86 | | |
| V _{SVR} Supply-voltage rejection ratio (ΔV _{DD} /ΔV _{IO}) | V _{DD} = 5 V to 10 V V _O = 1.4 V | 25°C | 65 | 95 | | 65 | 95 | dB | |
| | | -55°C | 60 | 90 | | 60 | 90 | | |
| | | 125°C | 60 | 97 | | 60 | 97 | | |
| I _{SEL} Input current (BIAS SELECT) | V _{I(SEL)} = 0 | 25°C | -1.4 | | | -1.9 | | | μA |
| I _D Supply current | V _O = V _{DD} /2, V _{IC} = V _{DD} /2, No load | 25°C | 675 | 1600 | | 950 | 2000 | μA | |
| | | -55°C | 1000 | 2500 | | 1475 | 3000 | | |
| | | 125°C | 475 | 1100 | | 625 | 1400 | | |

† Full range is -55°C to 125°C.

NOTES: 4. The typical values of input bias current and input offset current below 5 pA were determined mathematically.

5. This range also applies to each input individually.

6. At V_{DD} = 5 V, V_O = 0.25 V to 2 V; at V_{DD} = 10 V, V_O = 1 V to 6 V.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

TLC271, TLC271A, TLC271B

LinCMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS090B – NOVEMBER 1987 – REVISED AUGUST 1996

HIGH-BIAS MODE

operating characteristics at specified free-air temperature, $V_{DD} = 5\text{ V}$

| PARAMETER | TEST CONDITIONS | | T_A | TLC271C, TLC271AC, TLC271BC | | | UNIT |
|---|--|---|-------|-----------------------------|-----|-----|------------------------|
| | | | | MIN | TYP | MAX | |
| SR Slew rate at unity gain | $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 20\text{ pF}$, See Figure 98 | $V_{I(PP)} = 1\text{ V}$ | 25°C | 3.6 | | | V/ μ s |
| | | | 0°C | 4 | | | |
| | | | 70°C | 3 | | | |
| | | $V_{I(PP)} = 2.5\text{ V}$ | 25°C | 2.9 | | | |
| | | | 0°C | 3.1 | | | |
| | | | 70°C | 2.5 | | | |
| V_n Equivalent input noise voltage | $f = 1\text{ kHz}$, See Figure 99 | $R_S = 20\ \Omega$ | 25°C | 25 | | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| B_{OM} Maximum output-swing bandwidth | $V_O = V_{OH}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ | $C_L = 20\text{ pF}$, See Figure 98 | 25°C | 320 | | | kHz |
| | | | 0°C | 340 | | | |
| | | | 70°C | 260 | | | |
| B_1 Unity-gain bandwidth | $V_I = 10\text{ mV}$, See Figure 100 | $C_L = 20\text{ pF}$ | 25°C | 1.7 | | | MHz |
| | | | 0°C | 2 | | | |
| | | | 70°C | 1.3 | | | |
| ϕ_m Phase margin | $V_I = 10\text{ mV}$, $C_L = 20\text{ pF}$ | $f = B_1$, See Figure 100 | 25°C | 46° | | | |
| | | | 0°C | 47° | | | |
| | | | 70°C | 44° | | | |

operating characteristics at specified free-air temperature, $V_{DD} = 10\text{ V}$

| PARAMETER | TEST CONDITIONS | | T_A | TLC271C, TLC271AC, TLC271BC | | | UNIT |
|---|--|--|-------|-----------------------------|-----|-----|------------------------|
| | | | | MIN | TYP | MAX | |
| SR Slew rate at unity gain | $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 20\text{ pF}$, See Figure 98 | $V_{I(PP)} = 1\text{ V}$ | 25°C | 5.3 | | | V/ μ s |
| | | | 0°C | 5.9 | | | |
| | | | 70°C | 4.3 | | | |
| | | $V_{I(PP)} = 5.5\text{ V}$ | 25°C | 4.6 | | | |
| | | | 0°C | 5.1 | | | |
| | | | 70°C | 3.8 | | | |
| V_n Equivalent input noise voltage | $f = 1\text{ kHz}$, See Figure 99 | $R_S = 20\ \Omega$ | 25°C | 25 | | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| B_{OM} Maximum output-swing bandwidth | $V_O = V_{OH}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ | $C_L = 20\text{ pF}$, See Figure 98 | 25°C | 200 | | | kHz |
| | | | 0°C | 220 | | | |
| | | | 70°C | 140 | | | |
| B_1 Unity-gain bandwidth | $V_I = 10\text{ mV}$, See Figure 100 | $C_L = 20\text{ pF}$ | 25°C | 2.2 | | | MHz |
| | | | 0°C | 2.5 | | | |
| | | | 70°C | 1.8 | | | |
| ϕ_m Phase margin | $f = B_1$, $C_L = 20\text{ pF}$ | $V_I = 10\text{ mV}$, See Figure 100 | 25°C | 49° | | | |
| | | | 0°C | 50° | | | |
| | | | 70°C | 46° | | | |



TLC271, TLC271A, TLC271B
inCMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER
OPERATIONAL AMPLIFIERS

OS090B - NOVEMBER 1987 - REVISED AUGUST 1996

HIGH-BIAS MODE

Operating characteristics at specified free-air temperature, $V_{DD} = 5\text{ V}$

| PARAMETER | TEST CONDITIONS | | T_A | TLC271I, TLC271AI, TLC271BI | | | UNIT |
|--------------------------------|--|---|-------|--------------------------------|-----|------------------------|------|
| | | | | MIN | TYP | MAX | |
| Slew rate at unity gain | $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 20\text{ pF}$, See Figure 98 | $V_{I(PP)} = 1\text{ V}$ | 25°C | 3.6 | | V/ μ s | |
| | | | -40°C | 4.5 | | | |
| | | | 85°C | 2.8 | | | |
| | | $V_{I(PP)} = 2.5\text{ V}$ | 25°C | 2.9 | | | |
| | | | -40°C | 3.5 | | | |
| | | | 85°C | 2.3 | | | |
| Equivalent input noise voltage | $f = 1\text{ kHz}$, See Figure 99 | $R_S = 20\ \Omega$ | 25°C | 25 | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ | |
| Maximum output-swing bandwidth | $V_O = V_{OH}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ | $C_L = 20\text{ pF}$, See Figure 98 | 25°C | 320 | | kHz | |
| | | | -40°C | 380 | | | |
| | | | 85°C | 250 | | | |
| Unity-gain bandwidth | $V_I = 10\text{ mV}$, See Figure 100 | $C_L = 20\text{ pF}$ | 25°C | 1.7 | | MHz | |
| | | | -40°C | 2.6 | | | |
| | | | 85°C | 1.2 | | | |
| Phase margin | $V_I = 10\text{ mV}$, $C_L = 20\text{ pF}$ | $f = B_1$, See Figure 100 | 25°C | 46° | | | |
| | | | -40°C | 49° | | | |
| | | | 85°C | 43° | | | |

Operating characteristics at specified free-air temperature, $V_{DD} = 10\text{ V}$

| PARAMETER | TEST CONDITIONS | | T_A | TLC271I, TLC271AI, TLC271BI | | | UNIT |
|--------------------------------|--|---|-------|--------------------------------|-----|------------------------|------|
| | | | | MIN | TYP | MAX | |
| Slew rate at unity gain | $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 20\text{ pF}$, See Figure 98 | $V_{I(PP)} = 1\text{ V}$ | 25°C | 5.3 | | V/ μ s | |
| | | | -40°C | 6.8 | | | |
| | | | 85°C | 4 | | | |
| | | $V_{I(PP)} = 5.5\text{ V}$ | 25°C | 4.6 | | | |
| | | | -40°C | 5.8 | | | |
| | | | 85°C | 3.5 | | | |
| Equivalent input noise voltage | $f = 1\text{ kHz}$, See Figure 99 | $R_S = 20\ \Omega$ | 25°C | 25 | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ | |
| Maximum output-swing bandwidth | $V_O = V_{OH}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ | $C_L = 20\text{ pF}$, See Figure 98 | 25°C | 200 | | kHz | |
| | | | -40°C | 260 | | | |
| | | | 85°C | 130 | | | |
| Unity-gain bandwidth | $V_I = 10\text{ mV}$, See Figure 100 | $C_L = 20\text{ pF}$ | 25°C | 2.2 | | MHz | |
| | | | -40°C | 3.1 | | | |
| | | | 85°C | 1.7 | | | |
| Phase margin | $V_I = 10\text{ mV}$, $C_L = 20\text{ pF}$ | $f = B_1$, See Figure 100 | 25°C | 49° | | | |
| | | | -40°C | 52° | | | |
| | | | 85°C | 46° | | | |



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

TLC271, TLC271A, TLC271B
LinCMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER
OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS080B – NOVEMBER 1987 – REVISED AUGUST 1996

HIGH-BIAS MODE

operating characteristics at specified free-air temperature, $V_{DD} = 5\text{ V}$

| PARAMETER | TEST CONDITIONS | | T _A | TLC271M | | | UNIT |
|--|---|--|----------------|---------|-----|--------|------|
| | | | | MIN | TYP | MAX | |
| SR Slew rate at unity gain | R _L = 10 kΩ, C _L = 20 pF, See Figure 98 | V _{I(PP)} = 1 V | 25°C | | 3.6 | V/μs | |
| | | | -55°C | | 4.7 | | |
| | | | 125°C | | 2.3 | | |
| | | V _{I(PP)} = 2.5 V | 25°C | | 2.9 | | |
| | | | -55°C | | 3.7 | | |
| | | | 125°C | | 2 | | |
| V _n Equivalent input noise voltage | f = 1 kHz, See Figure 99 | R _S = 20 Ω | 25°C | | 25 | nV/√Hz | |
| B _{OM} Maximum output-swing bandwidth | V _O = V _{OH} , R _L = 10 kΩ | C _L = 20 pF, See Figure 98 | 25°C | | 320 | kHz | |
| | | | -55°C | | 400 | | |
| | | | 125°C | | 230 | | |
| B ₁ Unity-gain bandwidth | V _I = 10 mV, See Figure 100 | C _L = 20 pF | 25°C | | 1.7 | MHz | |
| | | | -55°C | | 2.9 | | |
| | | | 125°C | | 1.1 | | |
| φ _m Phase margin | V _I = 10 mV, C _L = 20 pF | f = B ₁ , See Figure 100 | 25°C | | 46° | | |
| | | | -55°C | | 49° | | |
| | | | 125°C | | 41° | | |

operating characteristics at specified free-air temperature, $V_{DD} = 10\text{ V}$

| PARAMETER | TEST CONDITIONS | | T _A | TLC271M | | | UNIT |
|--|---|---|----------------|---------|-----|--------|------|
| | | | | MIN | TYP | MAX | |
| SR Slew rate at unity gain | R _L = 10 kΩ, C _L = 20 pF, See Figure 98 | V _{I(PP)} = 1 V | 25°C | | 5.3 | V/μs | |
| | | | -55°C | | 7.1 | | |
| | | | 125°C | | 3.1 | | |
| | | V _{I(PP)} = 5.5 V | 25°C | | 4.6 | | |
| | | | -55°C | | 6.1 | | |
| | | | 125°C | | 2.7 | | |
| V _n Equivalent input noise voltage | f = 1 kHz, See Figure 99 | R _S = 20 Ω | 25°C | | 25 | nV/√Hz | |
| B _{OM} Maximum output-swing bandwidth | V _O = V _{OH} , R _L = 10 kΩ | C _L = 20 pF, See Figure 98 | 25°C | | 200 | kHz | |
| | | | -55°C | | 280 | | |
| | | | 125°C | | 110 | | |
| B ₁ Unity-gain bandwidth | V _I = 10 mV, See Figure 100 | C _L = 20 pF | 25°C | | 2.2 | MHz | |
| | | | -55°C | | 3.4 | | |
| | | | 125°C | | 1.6 | | |
| φ _m Phase margin | f = B ₁ , C _L = 20 pF | V _I = 10 mV, See Figure 100 | 25°C | | 49° | | |
| | | | -55°C | | 52° | | |
| | | | 125°C | | 44° | | |



LC271, TLC271A, TLC271B
nCMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER
OPERATIONAL AMPLIFIERS

DS090B – NOVEMBER 1987 – REVISED AUGUST 1996

TYPICAL CHARACTERISTICS (HIGH-BIAS MODE)

Table of Graphs

| | | | FIGURE |
|-----------------|---|-------------------------------|---------------|
| V_{IO} | Input offset voltage | Distribution | 2, 3 |
| αV_{IO} | Temperature coefficient | Distribution | 4, 5 |
| V_{OH} | High-level output voltage | vs High-level output current | 6, 7 |
| | | vs Supply voltage | 8 |
| | | vs Free-air temperature | 9 |
| V_{OL} | Low-level output voltage | vs Common-mode input voltage | 10, 11 |
| | | vs Differential input voltage | 12 |
| | | vs Free-air temperature | 13 |
| | | vs Low-level output current | 14, 15 |
| A_{VD} | Large-signal differential voltage amplification | vs Supply voltage | 16 |
| | | vs Free-air temperature | 17 |
| | | vs Frequency | 28, 29 |
| I_{IB} | Input bias current | vs Free-air temperature | 18 |
| I_{IO} | Input offset current | vs Free-air temperature | 18 |
| V_{IC} | Common-mode input voltage | vs Supply voltage | 19 |
| I_{DD} | Supply current | vs Supply voltage | 20 |
| | | vs Free-air temperature | 21 |
| SR | Slew rate | vs Supply voltage | 22 |
| | | vs Free-air temperature | 23 |
| | Bias-select current | vs Supply voltage | 24 |
| $V_{O(PP)}$ | Maximum peak-to-peak output voltage | vs Frequency | 25 |
| B_1 | Unity-gain bandwidth | vs Free-air temperature | 26 |
| | | vs Supply voltage | 27 |
| A_{VD} | Large-signal differential voltage amplification | vs Frequency | 28, 29 |
| ϕ_m | Phase margin | vs Supply voltage | 30 |
| | | vs Free-air temperature | 31 |
| | | vs Load capacitance | 32 |
| V_n | Equivalent input noise voltage | vs Frequency | 33 |
| | | Phase shift | vs Frequency |



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

TLC271, TLC271A, TLC271B
LinCMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER
OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS090B – NOVEMBER 1987 – REVISED AUGUST 1996

TYPICAL CHARACTERISTICS (HIGH-BIAS MODE)†

**DISTRIBUTION OF TLC271
INPUT OFFSET VOLTAGE**

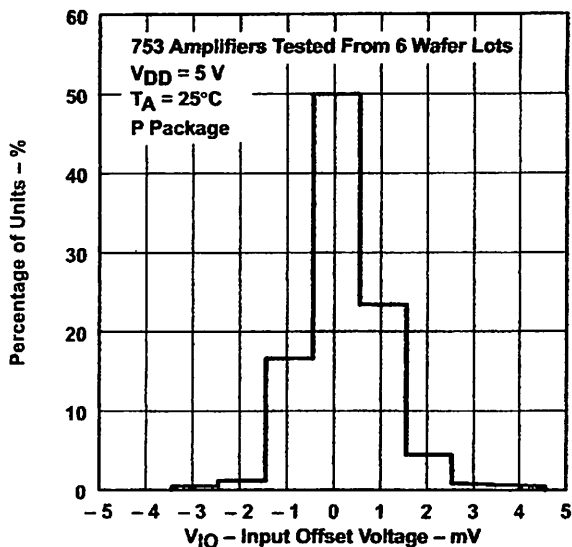


Figure 2

**DISTRIBUTION OF TLC271
INPUT OFFSET VOLTAGE**

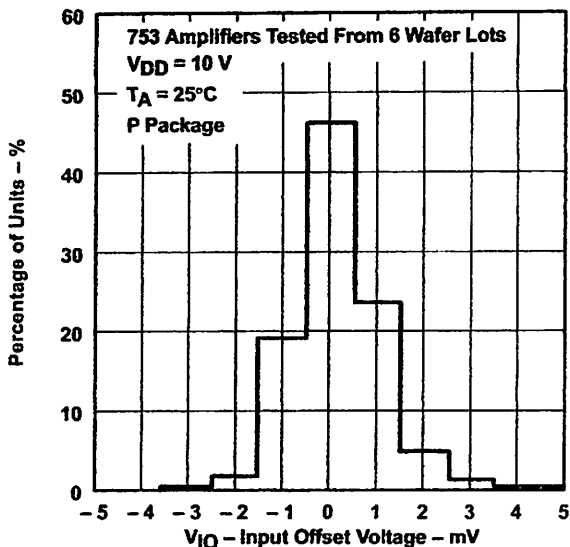


Figure 3

**DISTRIBUTION OF TLC271
INPUT OFFSET VOLTAGE
TEMPERATURE COEFFICIENT**

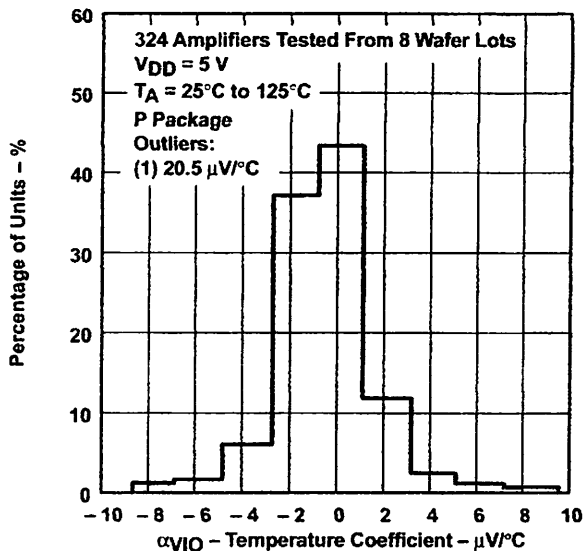


Figure 4

**DISTRIBUTION OF TLC271
INPUT OFFSET VOLTAGE
TEMPERATURE COEFFICIENT**

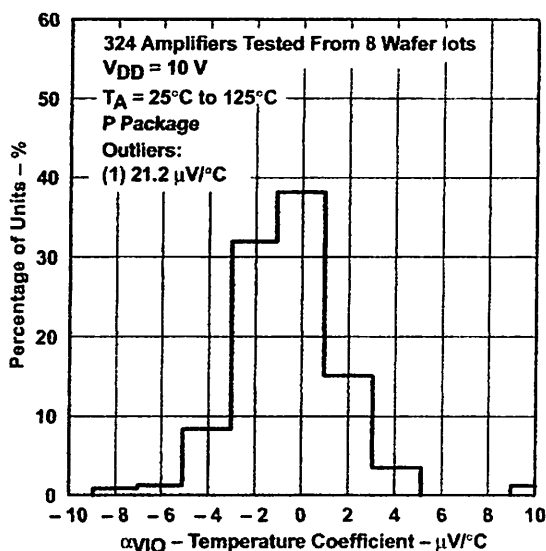


Figure 5

† Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.

TYPICAL CHARACTERISTICS (HIGH-BIAS MODE)†

HIGH-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
HIGH-LEVEL OUTPUT CURRENT

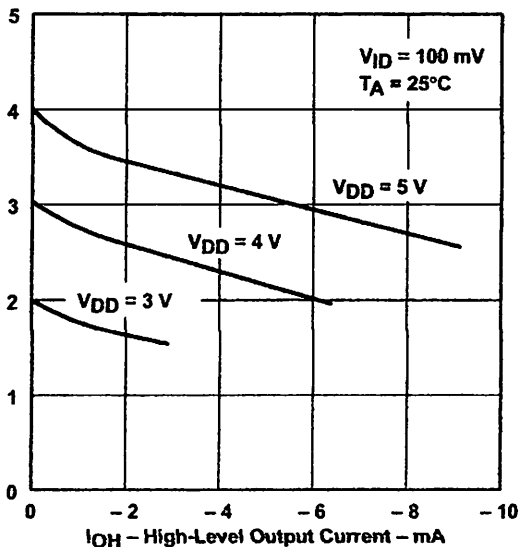


Figure 6

HIGH-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
HIGH-LEVEL OUTPUT CURRENT

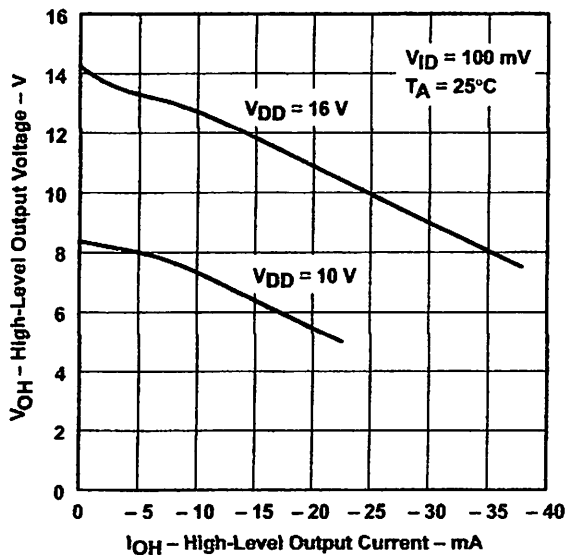


Figure 7

HIGH-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
SUPPLY VOLTAGE

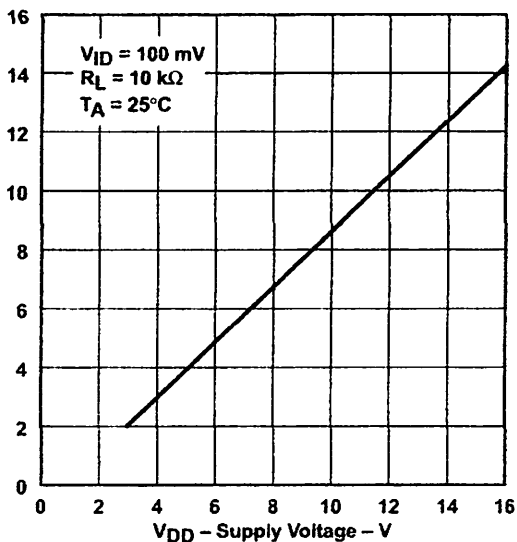


Figure 8

HIGH-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
FREE-AIR TEMPERATURE

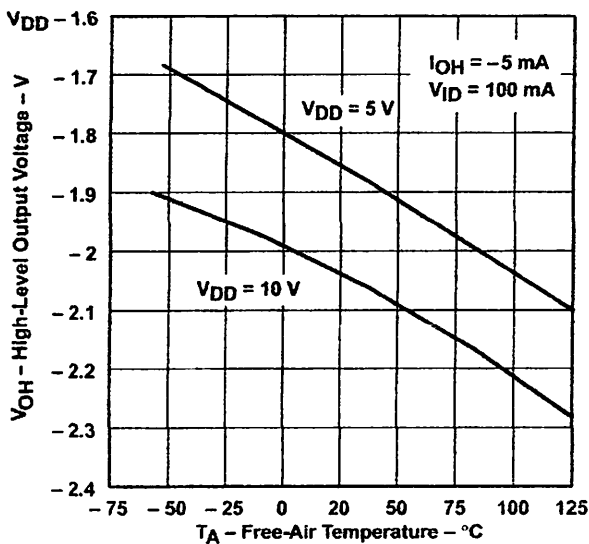


Figure 9

† Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.

TYPICAL CHARACTERISTICS (HIGH-BIAS MODE)†

LOW-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
 vs
 COMMON-MODE INPUT VOLTAGE

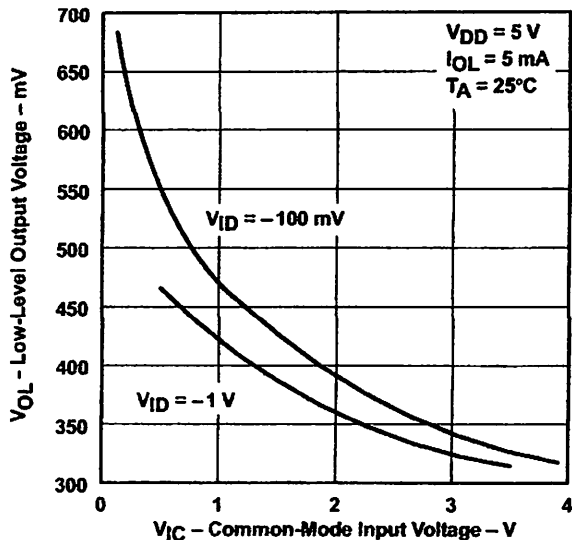


Figure 10

LOW-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
 vs
 COMMON-MODE INPUT VOLTAGE

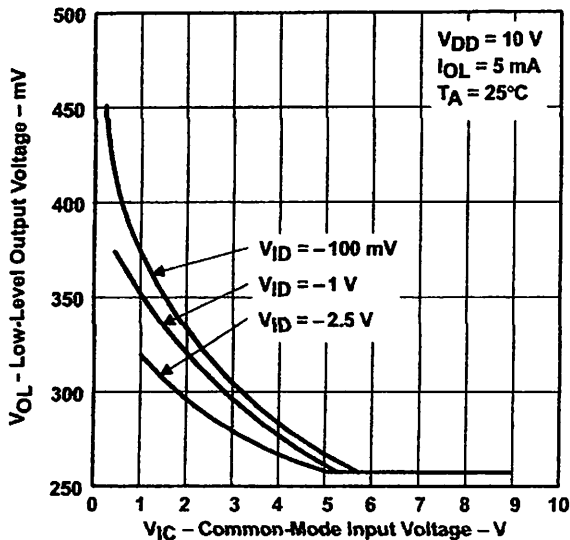


Figure 11

LOW-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
 vs
 DIFFERENTIAL INPUT VOLTAGE

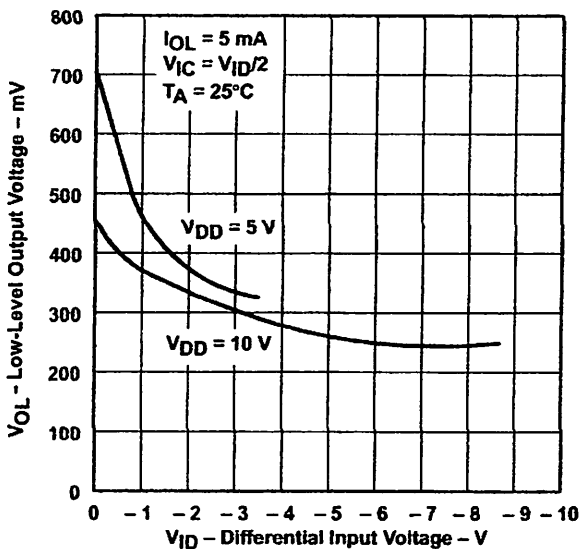


Figure 12

LOW-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
 vs
 FREE-AIR TEMPERATURE

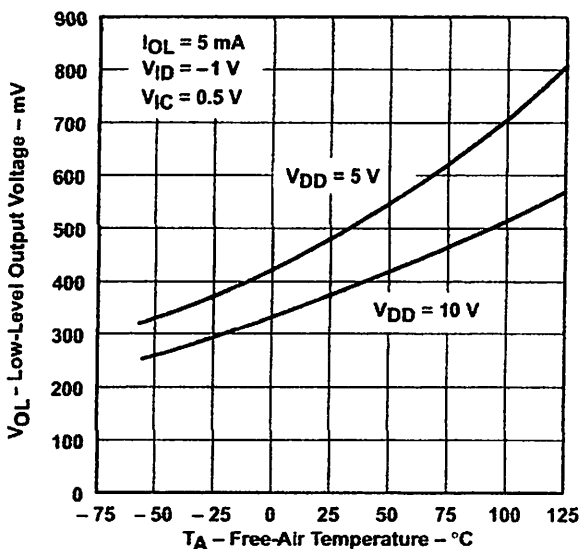


Figure 13

† Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.

TYPICAL CHARACTERISTICS (HIGH-BIAS MODE)†

LOW-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
LOW-LEVEL OUTPUT CURRENT

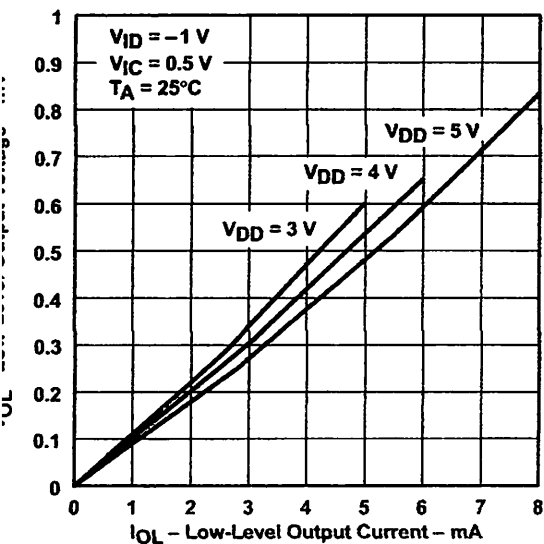


Figure 14

LOW-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
LOW-LEVEL OUTPUT CURRENT

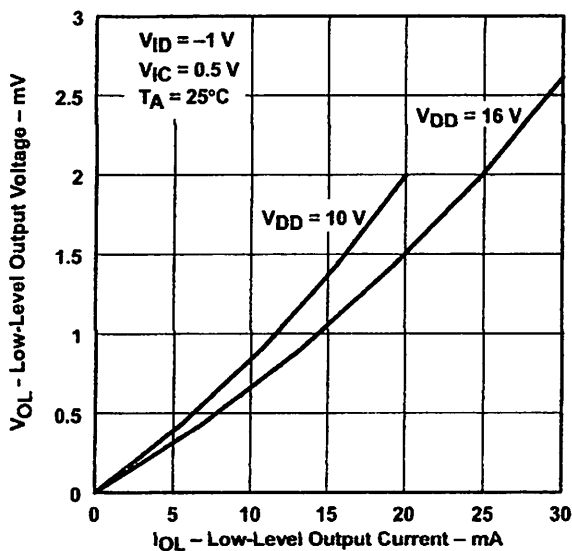


Figure 15

LARGE-SIGNAL
DIFFERENTIAL VOLTAGE AMPLIFICATION
vs
SUPPLY VOLTAGE

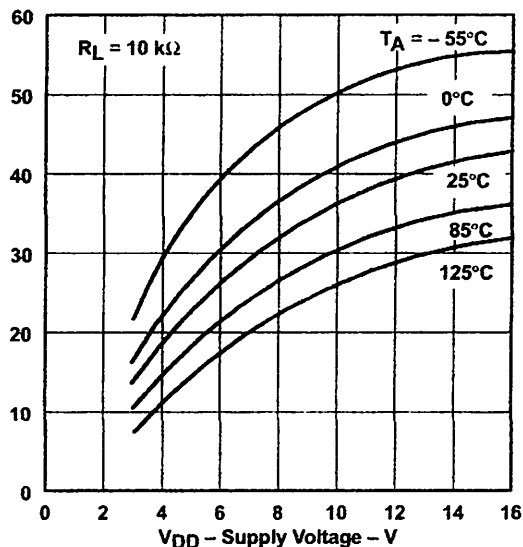


Figure 16

LARGE-SIGNAL
DIFFERENTIAL VOLTAGE AMPLIFICATION
vs
FREE-AIR TEMPERATURE

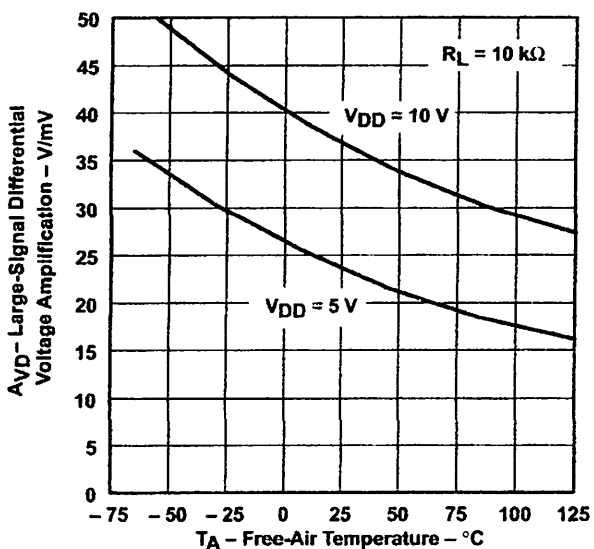


Figure 17

Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.

TYPICAL CHARACTERISTICS (HIGH-BIAS MODE)†

INPUT BIAS CURRENT AND INPUT OFFSET CURRENT
vs
FREE-AIR TEMPERATURE

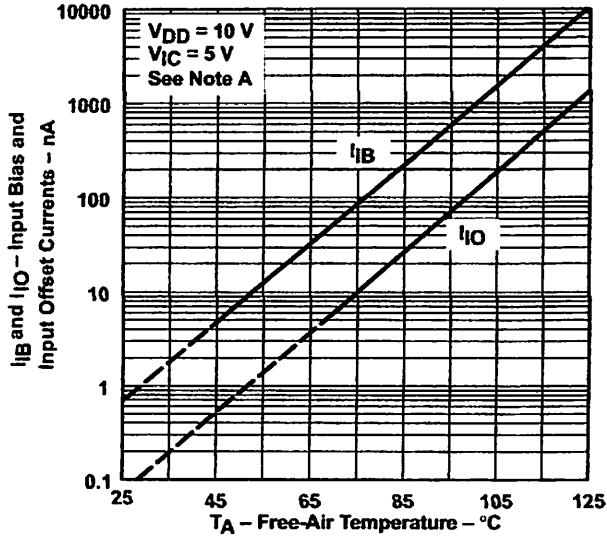


Figure 18

COMMON-MODE INPUT VOLTAGE (POSITIVE LIMIT)
vs
SUPPLY VOLTAGE

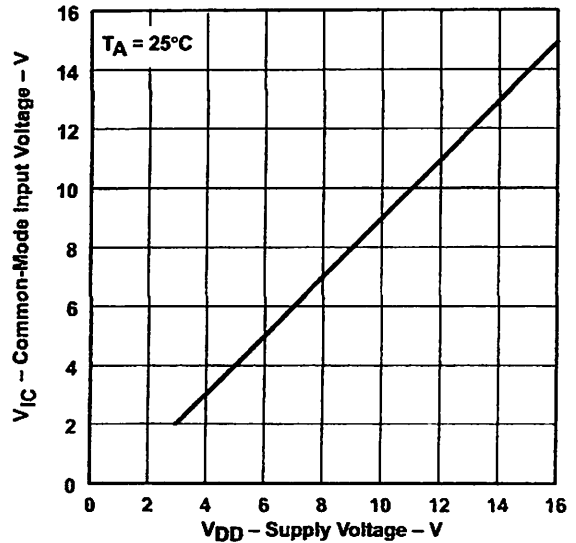


Figure 19

SUPPLY CURRENT
vs
SUPPLY VOLTAGE

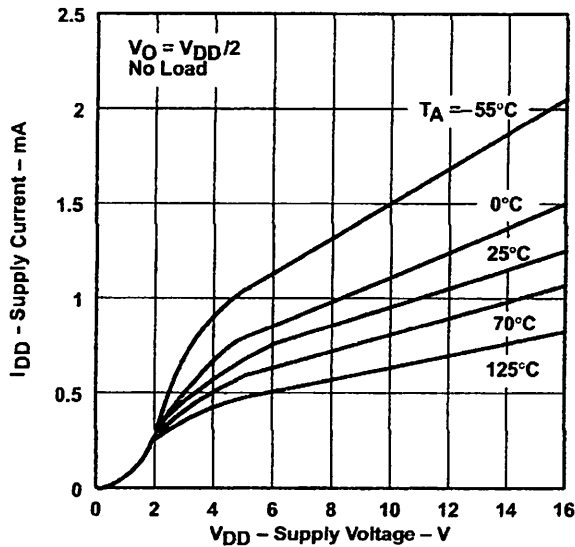


Figure 20

SUPPLY CURRENT
vs
FREE-AIR TEMPERATURE

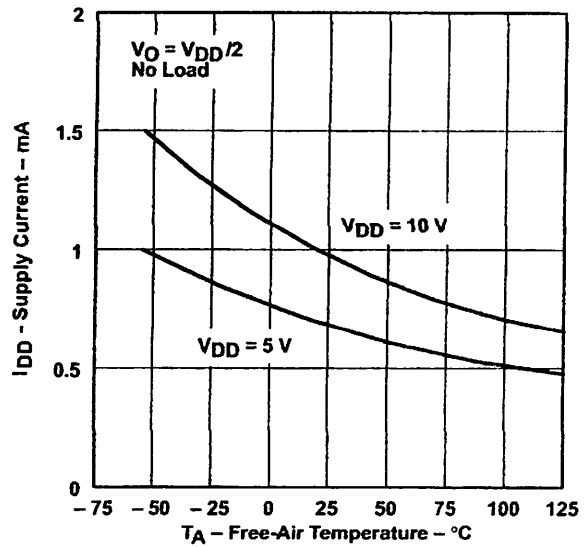


Figure 21

NOTE A: The typical values of input bias current and input offset current below 5 pA were determined mathematically.

† Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.

TYPICAL CHARACTERISTICS (HIGH-BIAS MODE)†

SLEW RATE
vs
SUPPLY VOLTAGE

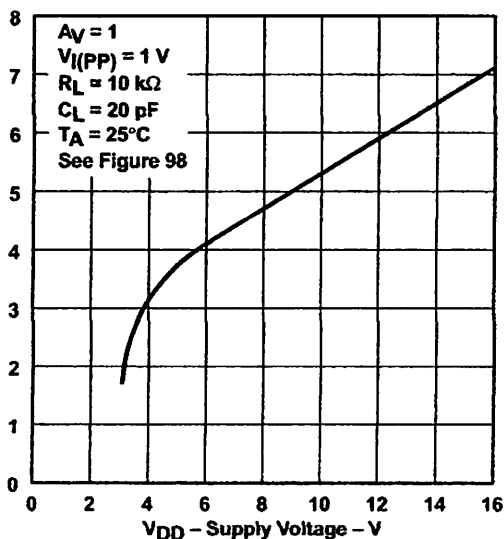


Figure 22

SLEW RATE
vs
FREE-AIR TEMPERATURE

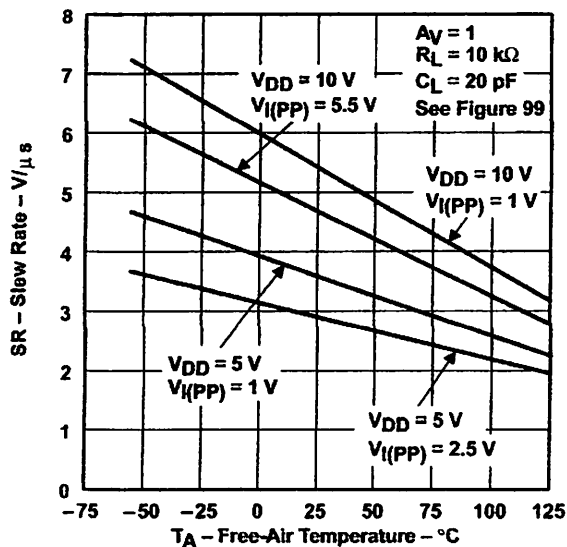


Figure 23

BIAS-SELECT CURRENT
vs
SUPPLY VOLTAGE

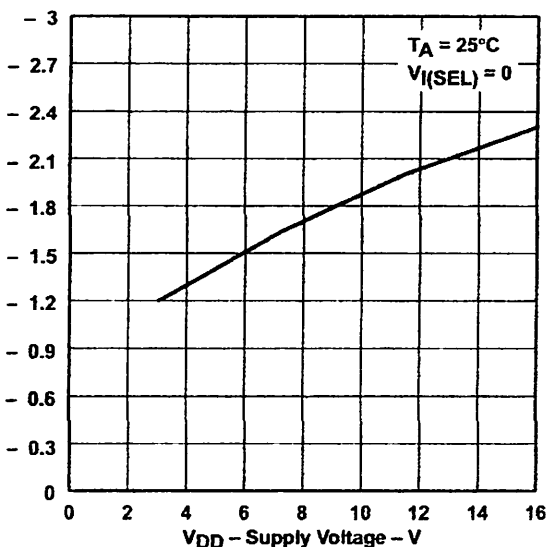


Figure 24

MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT
VOLTAGE
vs
FREQUENCY

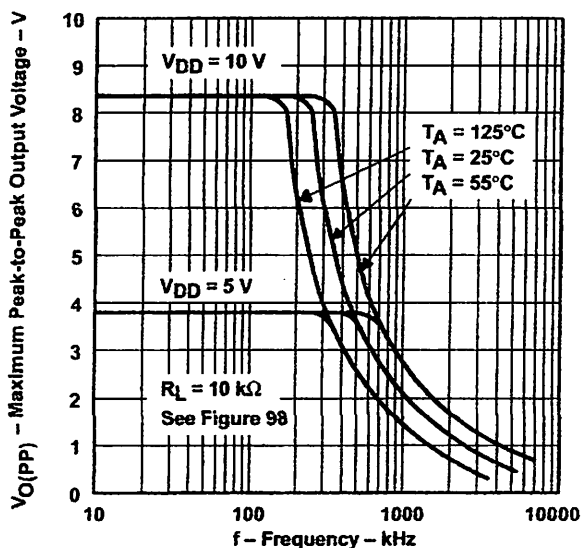


Figure 25

† Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.

TYPICAL CHARACTERISTICS (HIGH-BIAS MODE)†

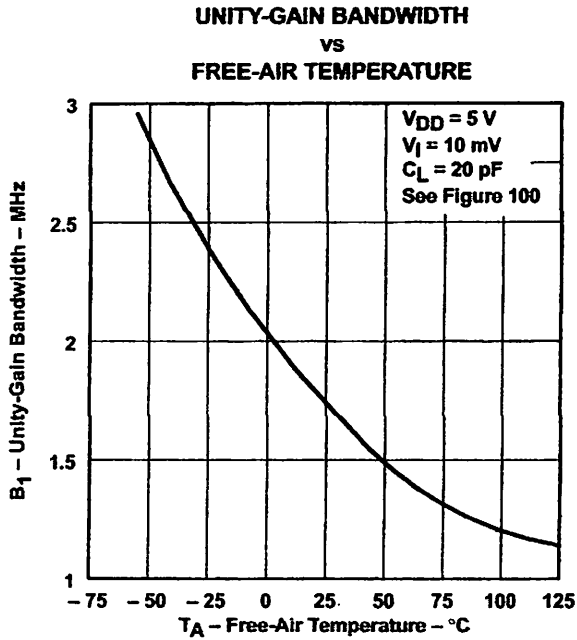


Figure 26

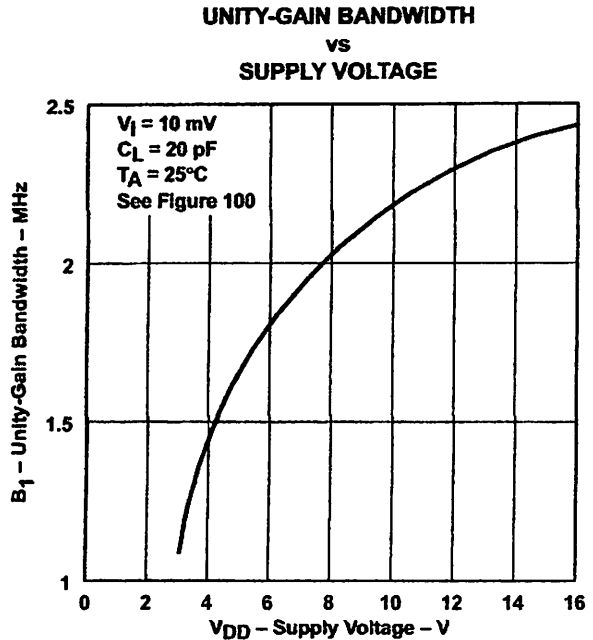


Figure 27

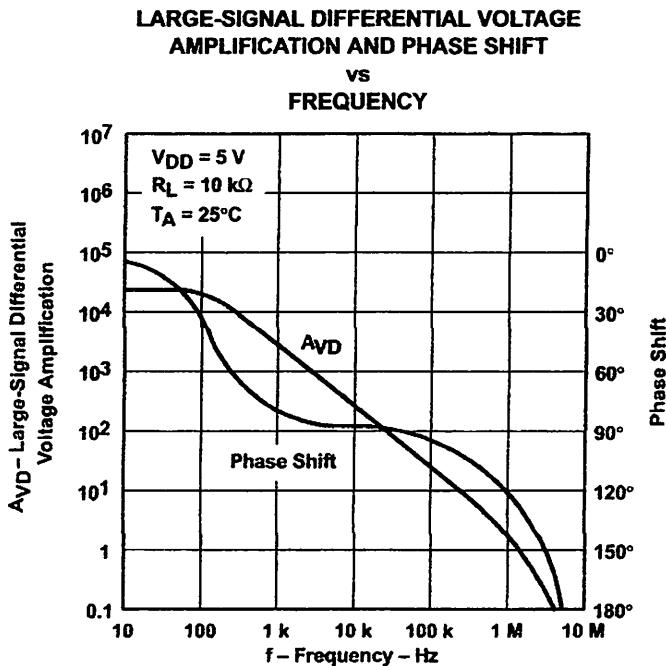
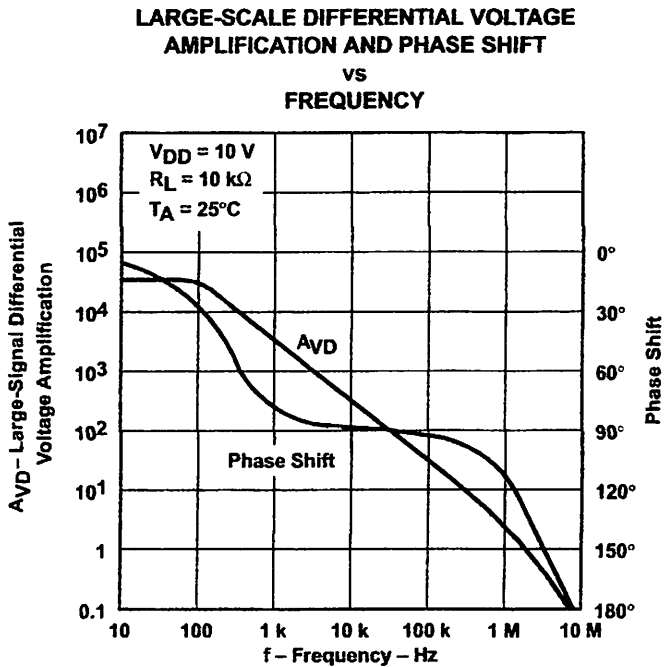


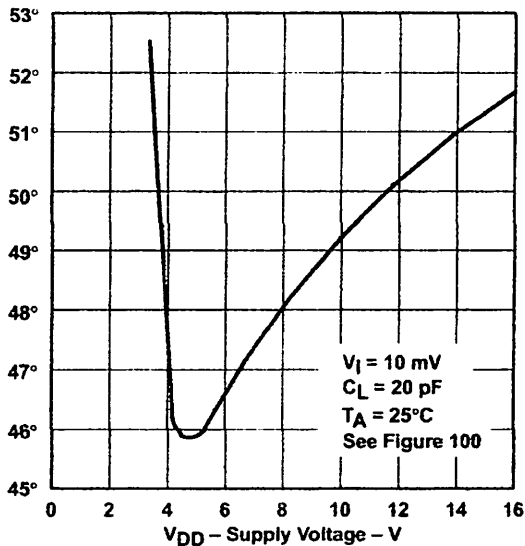
Figure 28

† Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.

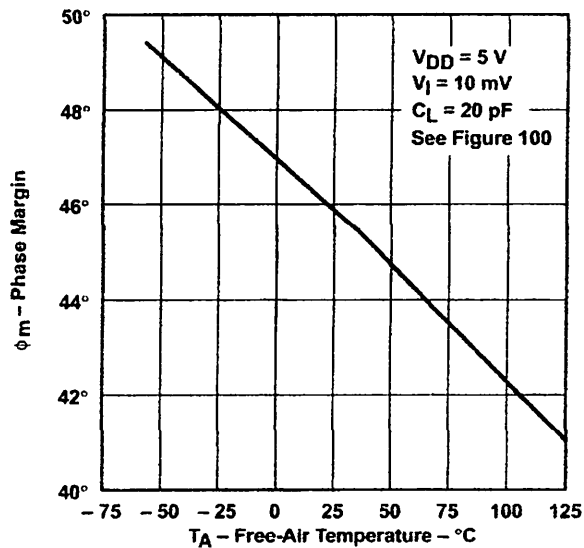
TYPICAL CHARACTERISTICS (HIGH-BIAS MODE)†



**PHASE MARGIN
vs
SUPPLY VOLTAGE**



**PHASE MARGIN
vs
FREE-AIR TEMPERATURE**



Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.

TLC271, TLC271A, TLC271B
 LinCMOS™ PROGRAMMABLE LOW-POWER
 OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS090B – NOVEMBER 1987 – REVISED AUGUST 1996

TYPICAL CHARACTERISTICS (HIGH-BIAS MODE)†

PHASE MARGIN
 vs
 CAPACITIVE LOAD

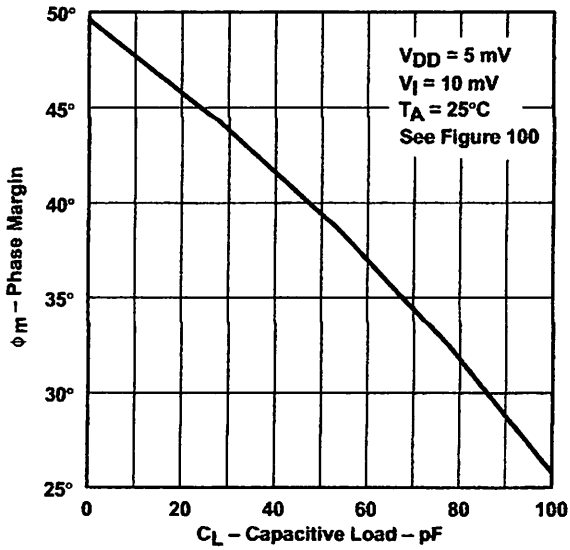


Figure 32

EQUIVALENT NOISE VOLTAGE
 vs
 FREQUENCY

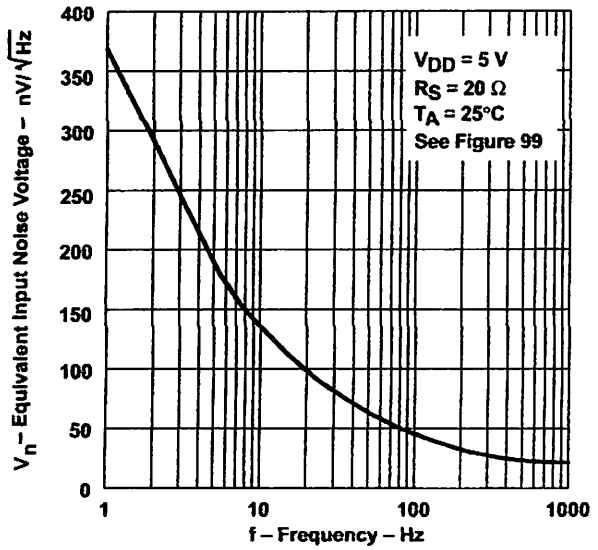


Figure 33

† Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.

DATA SHEET



PCF8591

8-bit A/D and D/A converter

Product specification
Supersedes data of 2001 Dec 13

2003 Jan 27

8-bit A/D and D/A converter**PCF8591****CONTENTS**

| | |
|------|--|
| 1 | FEATURES |
| 2 | APPLICATIONS |
| 3 | GENERAL DESCRIPTION |
| 4 | ORDERING INFORMATION |
| 5 | BLOCK DIAGRAM |
| 6 | PINNING |
| 7 | FUNCTIONAL DESCRIPTION |
| 7.1 | Addressing |
| 7.2 | Control byte |
| 7.3 | D/A conversion |
| 7.4 | A/D conversion |
| 7.5 | Reference voltage |
| 7.6 | Oscillator |
| 8 | CHARACTERISTICS OF THE I ² C-BUS |
| 8.1 | Bit transfer |
| 8.2 | Start and stop conditions |
| 8.3 | System configuration |
| 8.4 | Acknowledge |
| 8.5 | I ² C-bus protocol |
| 9 | LIMITING VALUES |
| 10 | HANDLING |
| 11 | DC CHARACTERISTICS |
| 12 | D/A CHARACTERISTICS |
| 13 | A/D CHARACTERISTICS |
| 14 | AC CHARACTERISTICS |
| 15 | APPLICATION INFORMATION |
| 16 | PACKAGE OUTLINES |
| 17 | SOLDERING |
| 17.1 | Introduction to soldering through-hole mount packages |
| 17.2 | Soldering by dipping or by solder wave |
| 17.3 | Manual soldering |
| 17.4 | Suitability of through-hole mount IC packages for dipping and wave soldering methods |
| 18 | DATA SHEET STATUS |
| 19 | DEFINITIONS |
| 20 | DISCLAIMERS |
| 21 | PURCHASE OF PHILIPS I ² C COMPONENTS |

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

FEATURES

- Single power supply
- Operating supply voltage 2.5 V to 6 V
- Low standby current
- Serial input/output via I²C-bus
- Address by 3 hardware address pins
- Sampling rate given by I²C-bus speed
- 4 analog inputs programmable as single-ended or differential inputs
- Auto-incremented channel selection
- Analog voltage range from V_{SS} to V_{DD}
- On-chip track and hold circuit
- 8-bit successive approximation A/D conversion
- Multiplying DAC with one analog output.

APPLICATIONS

- Closed loop control systems
- Low power converter for remote data acquisition
- Battery operated equipment
- Acquisition of analog values in automotive, audio and TV applications.

ORDERING INFORMATION

| TYPE NUMBER | PACKAGE | | |
|-------------|---------|--|----------|
| | NAME | DESCRIPTION | VERSION |
| PCF8591P | DIP16 | plastic dual in-line package; 16 leads (300 mil) | SOT38-4 |
| PCF8591T | SO16 | plastic small outline package; 16 leads; body width 7.5 mm | SOT162-1 |

**3 GENERAL DESCRIPTION**

The PCF8591 is a single-chip, single-supply low power 8-bit CMOS data acquisition device with four analog inputs, one analog output and a serial I²C-bus interface. Three address pins A0, A1 and A2 are used for programming the hardware address, allowing the use of up to eight devices connected to the I²C-bus without additional hardware. Address, control and data to and from the device are transferred serially via the two-line bidirectional I²C-bus.

The functions of the device include analog input multiplexing, on-chip track and hold function, 8-bit analog-to-digital conversion and an 8-bit digital-to-analog conversion. The maximum conversion rate is given by the maximum speed of the I²C-bus.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

BLOCK DIAGRAM

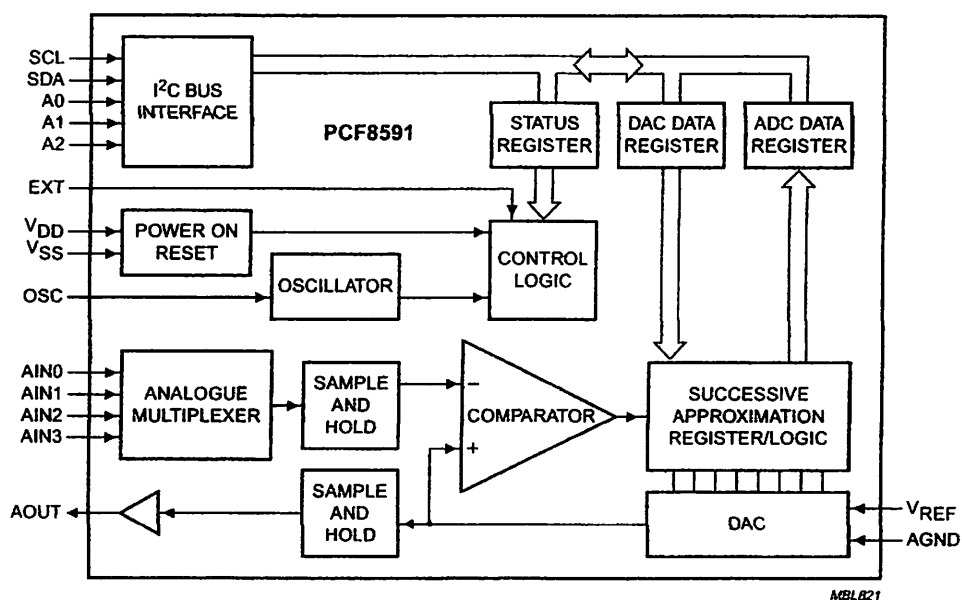


Fig.1 Block diagram.

PINNING

| SYMBOL | PIN | DESCRIPTION |
|--------|-----|---|
| AIN0 | 1 | analog inputs (A/D converter) |
| AIN1 | 2 | |
| AIN2 | 3 | |
| AIN3 | 4 | |
| A0 | 5 | hardware address |
| A1 | 6 | |
| A2 | 7 | |
| VSS | 8 | negative supply voltage |
| SDA | 9 | I ² C-bus data input/output |
| SCL | 10 | I ² C-bus clock input |
| OSC | 11 | oscillator input/output |
| EXT | 12 | external/internal switch for oscillator input |
| AGND | 13 | analog ground |
| VREF | 14 | voltage reference input |
| AOUT | 15 | analog output (D/A converter) |
| VDD | 16 | positive supply voltage |

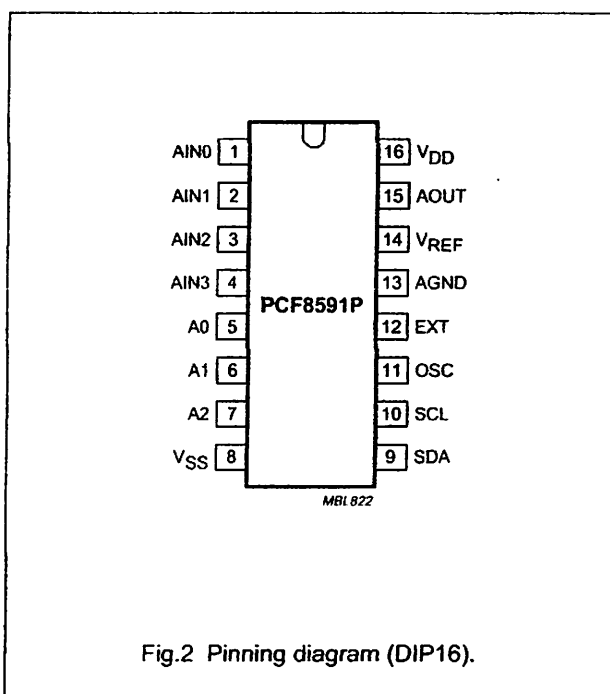


Fig.2 Pinning diagram (DIP16).

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

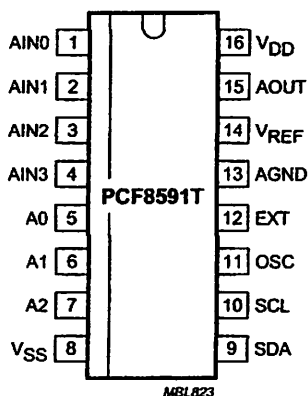


Fig.3 Pinning diagram (SO16).

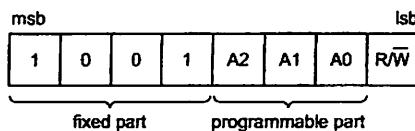


Fig.4 Address byte.

FUNCTIONAL DESCRIPTION

7.1 Addressing

Each PCF8591 device in an I²C-bus system is activated by sending a valid address to the device. The address consists of a fixed part and a programmable part. The programmable part must be set according to the address pins A0, A1 and A2. The address always has to be sent as the first byte after the start condition in the I²C-bus protocol. The last bit of the address byte is the read/write-bit which sets the direction of the following data transfer (see Figs 4, 16 and 17).

7.2 Control byte

The second byte sent to a PCF8591 device will be stored in its control register and is required to control the device function. The upper nibble of the control register is used for enabling the analog output, and for programming the analog inputs as single-ended or differential inputs. The lower nibble selects one of the analog input channels defined by the upper nibble (see Fig.5). If the auto-increment flag is set, the channel number is incremented automatically after each A/D conversion.

If the auto-increment mode is desired in applications where the internal oscillator is used, the analog output enable flag in the control byte (bit 6) should be set. This allows the internal oscillator to run continuously, thereby preventing conversion errors resulting from oscillator start-up delay. The analog output enable flag may be reset at other times to reduce quiescent power consumption.

The selection of a non-existing input channel results in the highest available channel number being allocated. Therefore, if the auto-increment flag is set, the next selected channel will be always channel 0. The most significant bits of both nibbles are reserved for future functions and have to be set to logic 0. After a Power-on reset condition all bits of the control register are reset to logic 0. The D/A converter and the oscillator are disabled for power saving. The analog output is switched to a high-impedance state.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

3.3 D/A conversion

The third byte sent to a PCF8591 device is stored in the DAC data register and is converted to the corresponding analog voltage using the on-chip D/A converter. This D/A converter consists of a resistor divider chain connected to the external reference voltage with 256 taps and selection switches. The tap-decoder switches one of these taps to the DAC output line (see Fig.6).

The analog output voltage is buffered by an auto-zeroed unity gain amplifier. This buffer amplifier may be switched on or off by setting the analog output enable flag of the

control register. In the active state the output voltage is held until a further data byte is sent.

The on-chip D/A converter is also used for successive approximation A/D conversion. In order to release the DAC for an A/D conversion cycle the unity gain amplifier is equipped with a track and hold circuit. This circuit holds the output voltage while executing the A/D conversion.

The output voltage supplied to the analog output AOUT is given by the formula shown in Fig.7. The waveforms of a D/A conversion sequence are shown in Fig.8.

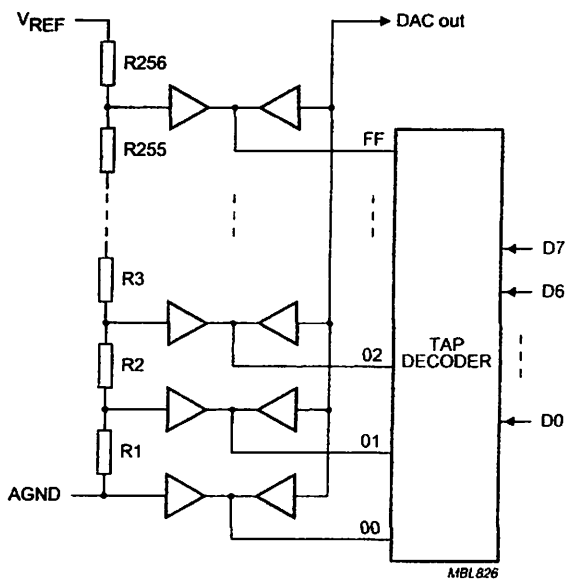


Fig.6 DAC resistor divider chain.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

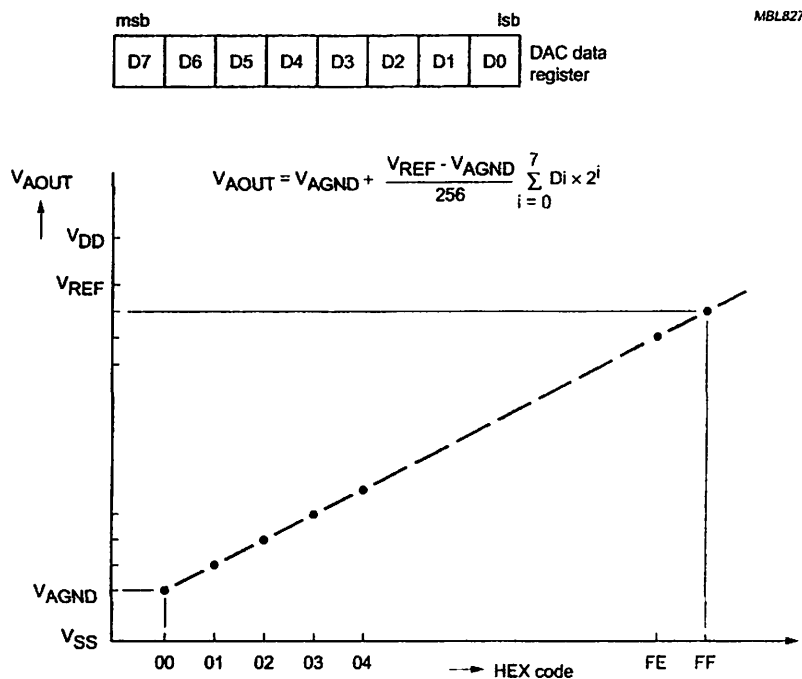


Fig.7 DAC data and DC conversion characteristics.

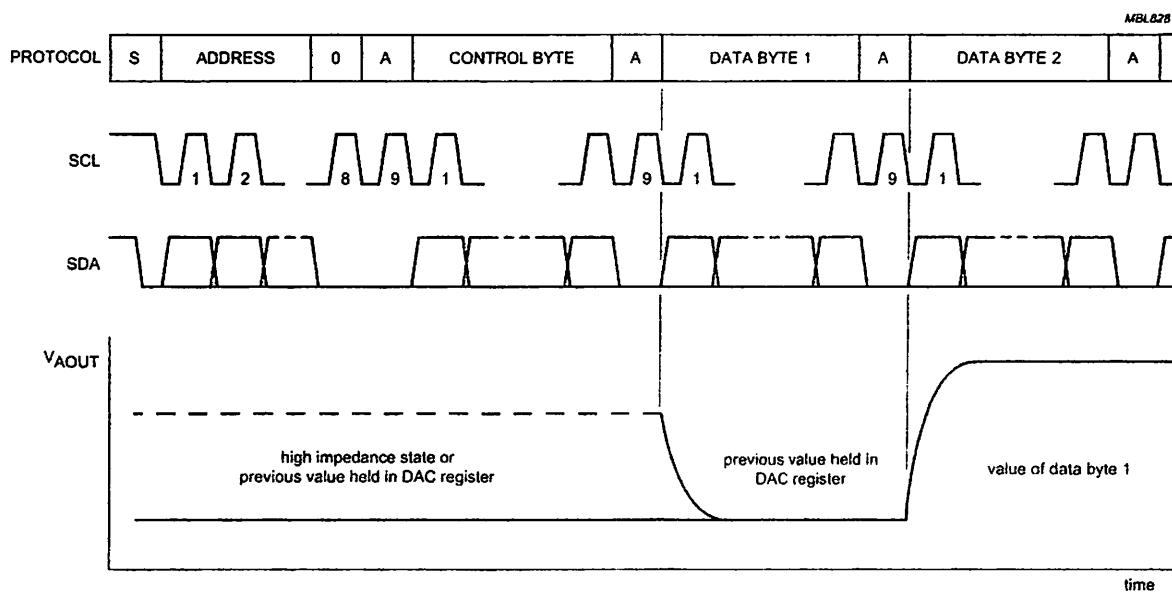


Fig.8 D/A conversion sequence.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

7.4 A/D conversion

The A/D converter makes use of the successive approximation conversion technique. The on-chip D/A converter and a high-gain comparator are used temporarily during an A/D conversion cycle.

An A/D conversion cycle is always started after sending a valid read mode address to a PCF8591 device. The A/D conversion cycle is triggered at the trailing edge of the acknowledge clock pulse and is executed while transmitting the result of the previous conversion (see Fig.9).

Once a conversion cycle is triggered an input voltage sample of the selected channel is stored on the chip and is

converted to the corresponding 8-bit binary code. Samples picked up from differential inputs are converted to an 8-bit twos complement code (see Figs 10 and 11).

The conversion result is stored in the ADC data register and awaits transmission. If the auto-increment flag is set the next channel is selected.

The first byte transmitted in a read cycle contains the conversion result code of the previous read cycle. After a Power-on reset condition the first byte read is a hexadecimal 80. The protocol of an I²C-bus read cycle is shown in Chapter 8, Figs 16 and 17.

The maximum A/D conversion rate is given by the actual speed of the I²C-bus.

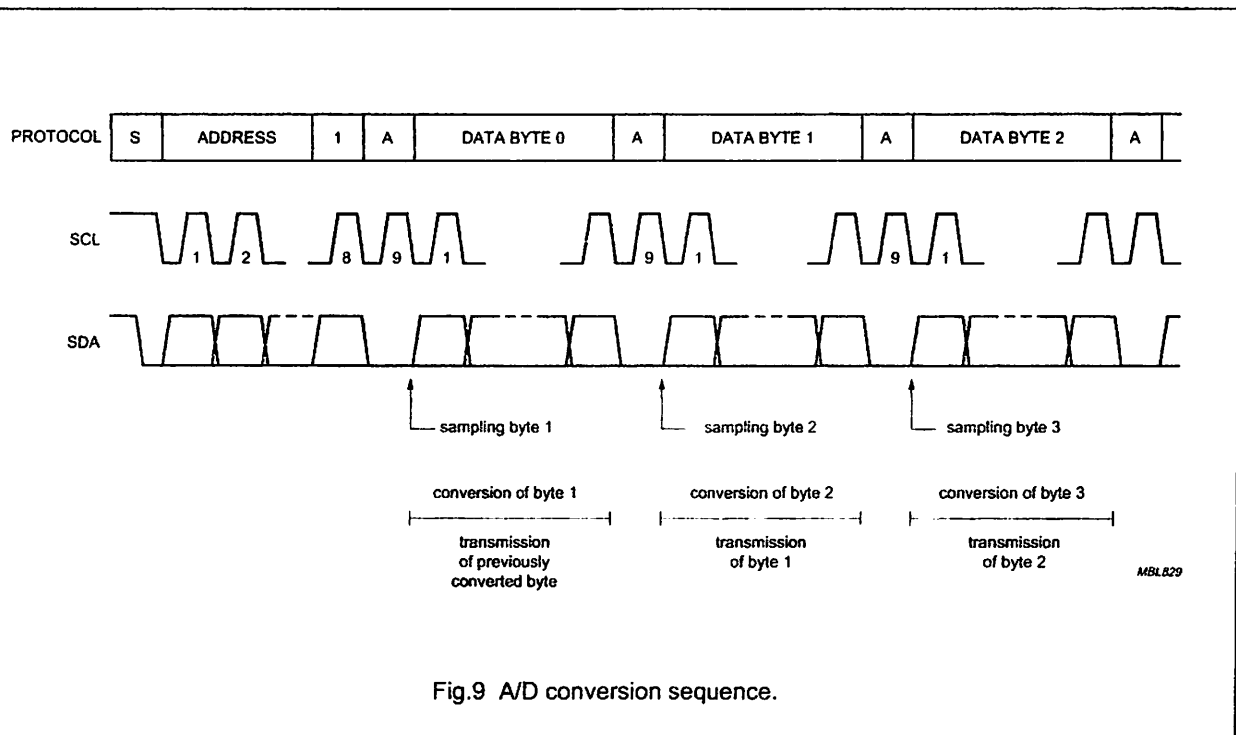


Fig.9 A/D conversion sequence.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

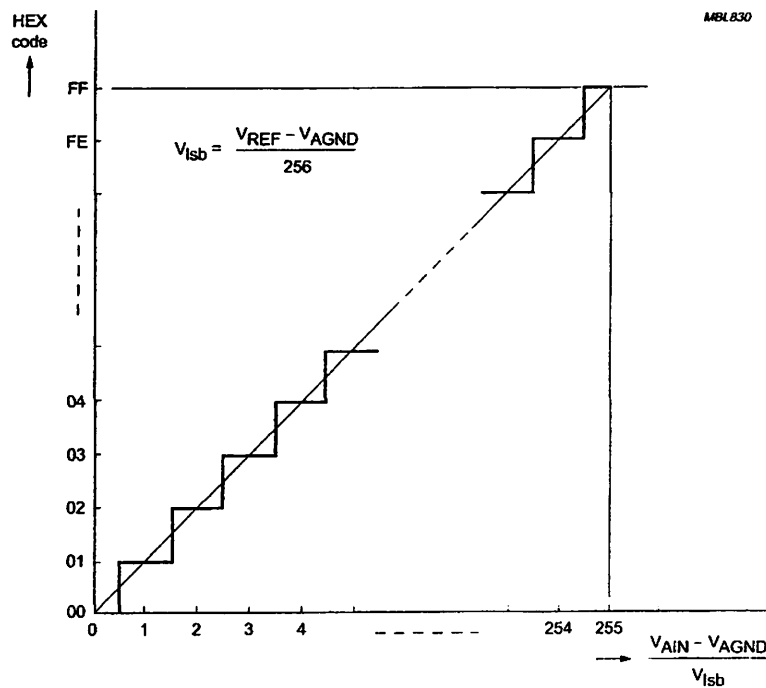


Fig.10 A/D conversion characteristics of single-ended inputs.

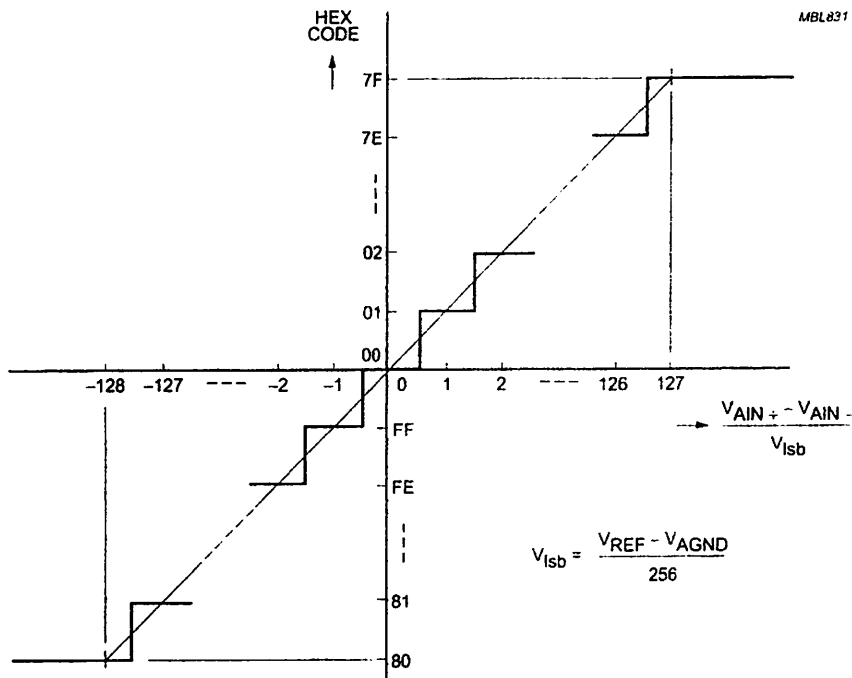


Fig.11 A/D conversion characteristics of differential inputs.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

7.5 Reference voltage

For the D/A and A/D conversion either a stable external voltage reference or the supply voltage has to be applied to the resistor divider chain (pins V_{REF} and AGND).

The AGND pin has to be connected to the system analog ground and may have a DC off-set with reference to V_{SS} .

A low frequency may be applied to the V_{REF} and AGND pins. This allows the use of the D/A converter as a one-quadrant multiplier; see Chapter 15 and Fig.7.

The A/D converter may also be used as a one or two quadrant analog divider. The analog input voltage is divided by the reference voltage. The result is converted to binary code. In this application the user has to keep the reference voltage stable during the conversion cycle.

7.6 Oscillator

An on-chip oscillator generates the clock signal required for the A/D conversion cycle and for refreshing the auto-zeroed buffer amplifier. When using this oscillator the EXT pin has to be connected to V_{SS} . At the OSC pin the oscillator frequency is available.

If the EXT pin is connected to V_{DD} the oscillator output OSC is switched to a high-impedance state allowing the user to feed an external clock signal to OSC.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

3 CHARACTERISTICS OF THE I²C-BUS

The I²C-bus is for bidirectional, two-line communication between different ICs or modules. The two lines are a serial data line (SDA) and a serial clock line (SCL). Both lines must be connected to a positive supply via a pull-up resistor. Data transfer may be initiated only when the bus is not busy.

3.1 Bit transfer

One data bit is transferred during each clock pulse. The data on the SDA line must remain stable during the HIGH period of the clock pulse as changes in the data line at this time will be interpreted as a control signal.

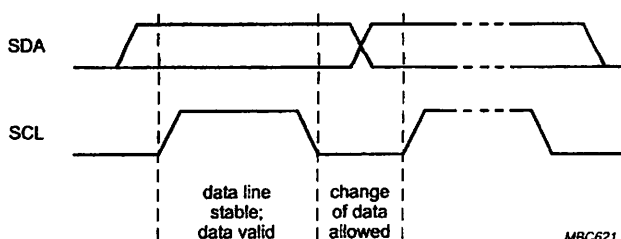


Fig.12 Bit transfer.

3.2 Start and stop conditions

Both data and clock lines remain HIGH when the bus is not busy. A HIGH-to-LOW transition of the data line, while the clock is HIGH, is defined as the start condition (S). A LOW-to-HIGH transition of the data line while the clock is HIGH, is defined as the stop condition (P).

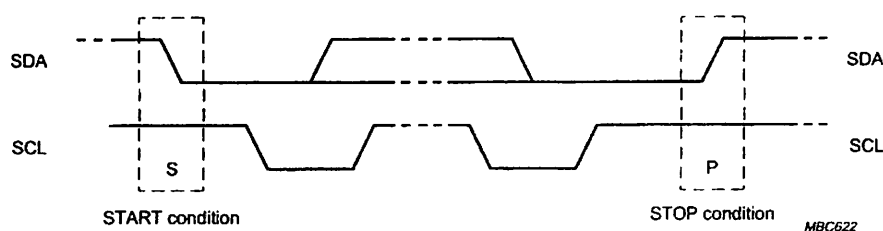


Fig.13 Definition of START and STOP condition.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

8.3 System configuration

A device generating a message is a 'transmitter', a device receiving a message is the 'receiver'. The device that controls the message is the 'master' and the devices which are controlled by the master are the 'slaves'.

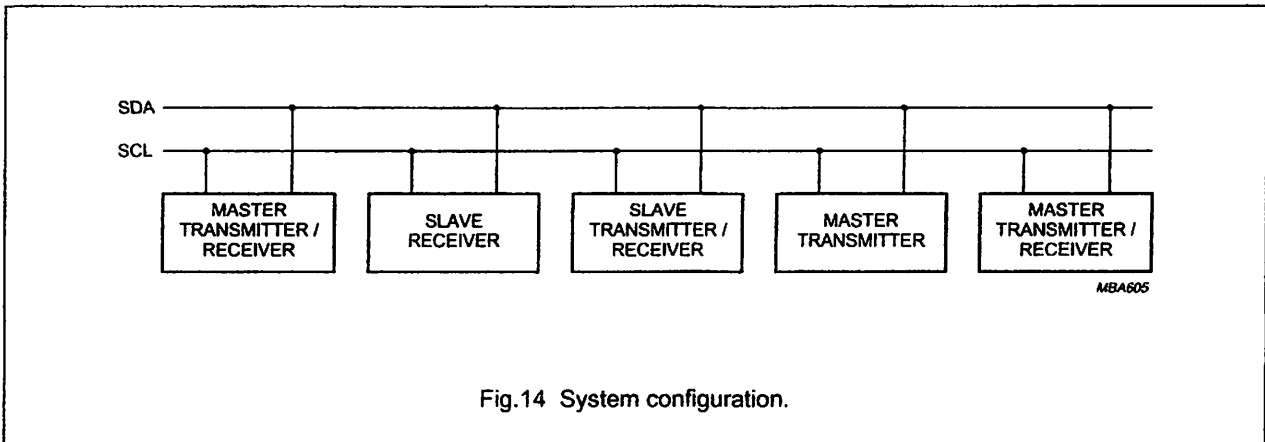


Fig.14 System configuration.

8.4 Acknowledge

The number of data bytes transferred between the start and stop conditions from transmitter to receiver is not limited. Each data byte of eight bits is followed by one acknowledge bit. The acknowledge bit is a HIGH level put on the bus by the transmitter whereas the master also generates an extra acknowledge related clock pulse. A slave receiver which is addressed must generate an acknowledge after the reception of each byte. Also a master must generate an acknowledge after the reception of each byte that has been clocked out of the slave transmitter. The device that acknowledges has to pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse, so that the SDA line is stable LOW during the HIGH period of the acknowledge related clock pulse. A master receiver must signal an end of data to the transmitter by not generating an acknowledge on the last byte that has been clocked out of the slave. In this event the transmitter must leave the data line HIGH to enable the master to generate a stop condition.

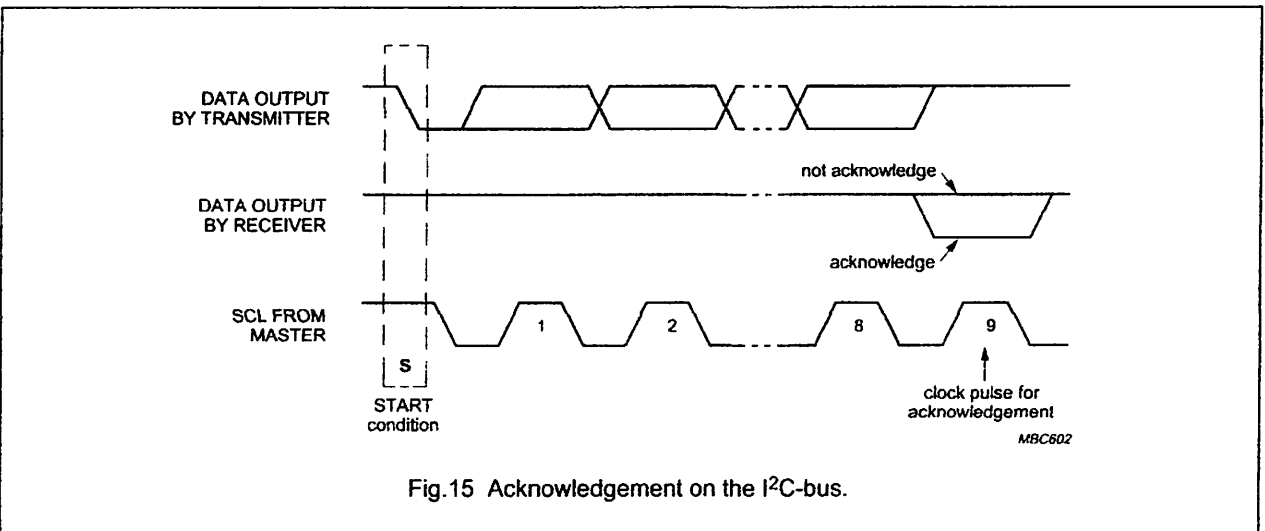


Fig.15 Acknowledgement on the I²C-bus.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

8.5 I²C-bus protocol

After a start condition a valid hardware address has to be sent to a PCF8591 device. The read/write bit defines the direction of the following single or multiple byte data transfer. For the format and the timing of the start condition (S), the stop condition (P) and the acknowledge bit (A) refer to the I²C-bus characteristics. In the write mode a data transfer is terminated by sending either a stop condition or the start condition of the next data transfer.

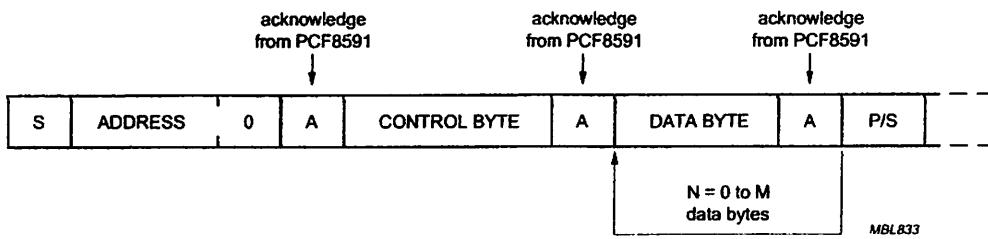


Fig.16 Bus protocol for write mode, D/A conversion.

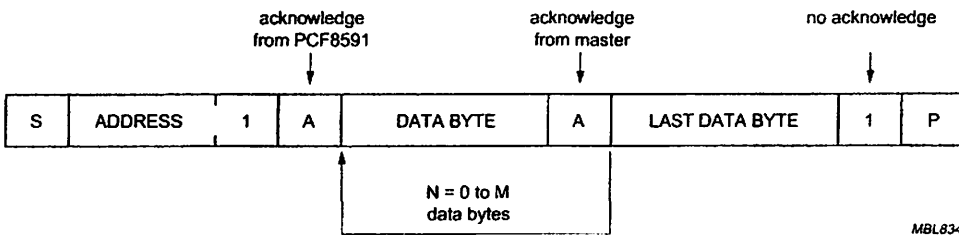


Fig.17 Bus protocol for read mode, A/D conversion.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

9 LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134).

| SYMBOL | PARAMETER | MIN. | MAX. | UNIT |
|------------------|-------------------------------------|------|----------------|------|
| V_{DD} | supply voltage (pin 16) | -0.5 | +8.0 | V |
| V_I | input voltage (any input) | -0.5 | $V_{DD} + 0.5$ | V |
| I_I | DC input current | - | ± 10 | mA |
| I_O | DC output current | - | ± 20 | mA |
| I_{DD}, I_{SS} | V_{DD} or V_{SS} current | - | ± 50 | mA |
| P_{tot} | total power dissipation per package | - | 300 | mW |
| P_O | power dissipation per output | - | 100 | mW |
| T_{amb} | operating ambient temperature | -40 | +85 | °C |
| T_{stg} | storage temperature | -65 | +150 | °C |

10 HANDLING

Inputs and outputs are protected against electrostatic discharge in normal handling. However it is good practice to take normal precautions appropriate to handling MOS devices (see "Handling MOS devices").

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

11 DC CHARACTERISTICS

 $V_{DD} = 2.5 \text{ V to } 6 \text{ V}$; $V_{SS} = 0 \text{ V}$; $T_{amb} = -40 \text{ }^\circ\text{C to } +85 \text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN. | TYP. | MAX. | UNIT |
|--|------------------------------|--------------------------------------|---------------------|------|---------------------|---------------|
| Supply | | | | | | |
| V_{DD} | supply voltage (operating) | | 2.5 | – | 6.0 | V |
| I_{DD} | supply current | | | | | |
| | standby | $V_I = V_{SS}$ or V_{DD} ; no load | – | 1 | 15 | μA |
| | operating, AOUT off | $f_{SCL} = 100 \text{ kHz}$ | – | 125 | 250 | μA |
| | operating, AOUT active | $f_{SCL} = 100 \text{ kHz}$ | – | 0.45 | 1.0 | mA |
| V_{POR} | Power-on reset level | note 1 | 0.8 | – | 2.0 | V |
| Digital inputs/output: SCL, SDA, A0, A1, A2 | | | | | | |
| V_{IL} | LOW level input voltage | | 0 | – | $0.3 \times V_{DD}$ | V |
| V_{IH} | HIGH level input voltage | | $0.7 \times V_{DD}$ | – | V_{DD} | V |
| I_L | leakage current | | | | | |
| | A0, A1, A2 | $V_I = V_{SS}$ to V_{DD} | –250 | – | +250 | nA |
| | SCL, SDA | $V_I = V_{SS}$ to V_{DD} | –1 | – | +1 | μA |
| C_i | input capacitance | | – | – | 5 | pF |
| I_{OL} | LOW level SDA output current | $V_{OL} = 0.4 \text{ V}$ | 3.0 | – | – | mA |
| Reference voltage inputs | | | | | | |
| V_{REF} | reference voltage | $V_{REF} > V_{AGND}$; note 2 | $V_{SS} + 1.6$ | – | V_{DD} | V |
| V_{AGND} | analog ground voltage | $V_{REF} > V_{AGND}$; note 2 | V_{SS} | – | $V_{DD} - 0.8$ | V |
| I_{LI} | input leakage current | | –250 | – | +250 | nA |
| R_{REF} | input resistance | pins V_{REF} and AGND | – | 100 | – | k Ω |
| Oscillator: OSC, EXT | | | | | | |
| I_{LI} | input leakage current | | – | – | 250 | nA |
| f_{OSC} | oscillator frequency | | 0.75 | – | 1.25 | MHz |

Notes

1. The power on reset circuit resets the I²C-bus logic when V_{DD} is less than V_{POR} .
2. A further extension of the range is possible, if the following conditions are fulfilled:

$$\frac{V_{REF} + V_{AGND}}{2} \geq 0.8 \text{ V}, V_{DD} - \frac{V_{REF} + V_{AGND}}{2} \geq 0.4 \text{ V}$$

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

12 D/A CHARACTERISTICS

$V_{DD} = 5.0\text{ V}$; $V_{SS} = 0\text{ V}$; $V_{REF} = 5.0\text{ V}$; $V_{AGND} = 0\text{ V}$; $R_L = 10\text{ k}\Omega$; $C_L = 100\text{ pF}$; $T_{amb} = -40\text{ }^\circ\text{C}$ to $+85\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN. | TYP. | MAX. | UNIT |
|----------------------|------------------------------|--|----------|------|---------------------|---------------|
| Analog output | | | | | | |
| V_{OA} | output voltage | no resistive load | V_{SS} | – | V_{DD} | V |
| | | $R_L = 10\text{ k}\Omega$ | V_{SS} | – | $0.9 \times V_{DD}$ | V |
| I_{LO} | output leakage current | AOUT disabled | – | – | 250 | nA |
| Accuracy | | | | | | |
| OS_e | offset error | $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$ | – | – | 50 | mV |
| L_e | linearity error | | – | – | ± 1.5 | LSB |
| G_e | gain error | no resistive load | – | – | 1 | % |
| t_{DAC} | settling time | to $\frac{1}{2}$ LSB full scale step | – | – | 90 | μs |
| f_{DAC} | conversion rate | | – | – | 11.1 | kHz |
| SNRR | supply noise rejection ratio | $f = 100\text{ Hz}$; $V_{DDN} = 0.1 \times V_{PP}$ | – | 40 | – | dB |

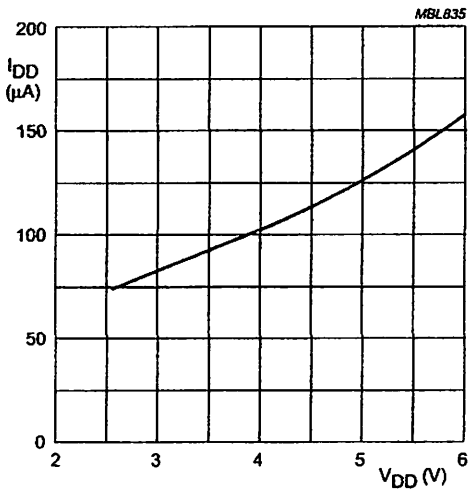
13 A/D CHARACTERISTICS

$V_{DD} = 5.0\text{ V}$; $V_{SS} = 0\text{ V}$; $V_{REF} = 5.0\text{ V}$; $V_{AGND} = 0\text{ V}$; $R_S = 10\text{ k}\Omega$; $T_{amb} = -40\text{ }^\circ\text{C}$ to $+85\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

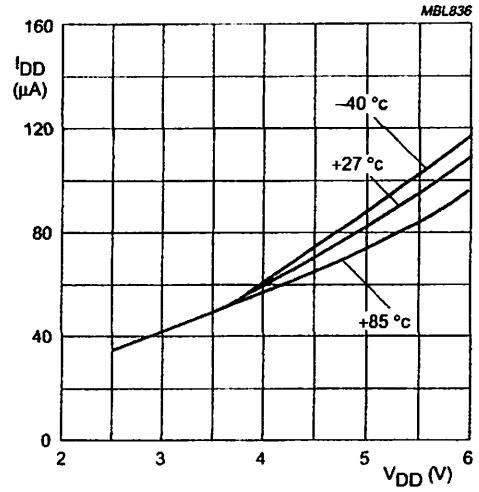
| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN. | TYP. | MAX. | UNIT |
|----------------------|--------------------------------|--|---------------------|------|---------------------|---------------|
| Analog inputs | | | | | | |
| V_{IA} | analog input voltage | | V_{SS} | – | V_{DD} | V |
| I_{LIA} | analog input leakage current | | – | – | 100 | nA |
| C_{IA} | analog input capacitance | | – | 10 | – | pF |
| C_{ID} | differential input capacitance | | – | 10 | – | pF |
| V_{IS} | single-ended voltage | measuring range | V_{AGND} | – | V_{REF} | V |
| V_{ID} | differential voltage | measuring range; $V_{FS} = V_{REF} - V_{AGND}$ | $-\frac{V_{FS}}{2}$ | – | $+\frac{V_{FS}}{2}$ | V |
| Accuracy | | | | | | |
| OS_e | offset error | $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$ | – | – | 20 | mV |
| L_e | linearity error | | – | – | ± 1.5 | LSB |
| G_e | gain error | | – | – | 1 | % |
| GS_e | small-signal gain error | $\Delta V_i = 16\text{ LSB}$ | – | – | 5 | % |
| CMRR | common-mode rejection ratio | | – | 60 | – | dB |
| SNRR | supply noise rejection ratio | $f = 100\text{ Hz}$; $V_{DDN} = 0.1 \times V_{PP}$ | – | 40 | – | dB |
| t_{ADC} | conversion time | | – | – | 90 | μs |
| f_{ADC} | sampling/conversion rate | | – | – | 11.1 | kHz |

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

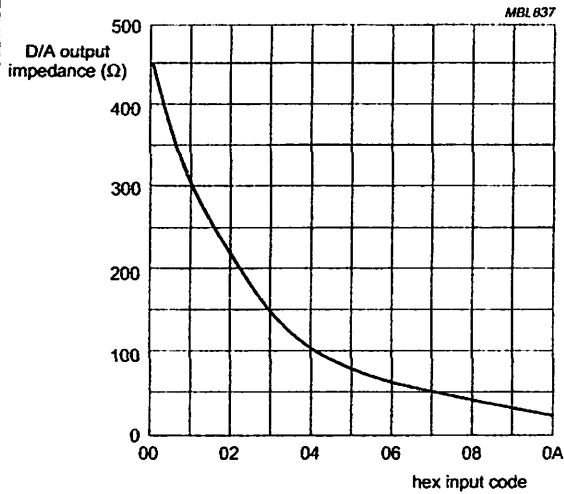


a. Internal oscillator; $T_{amb} = +27^\circ C$.

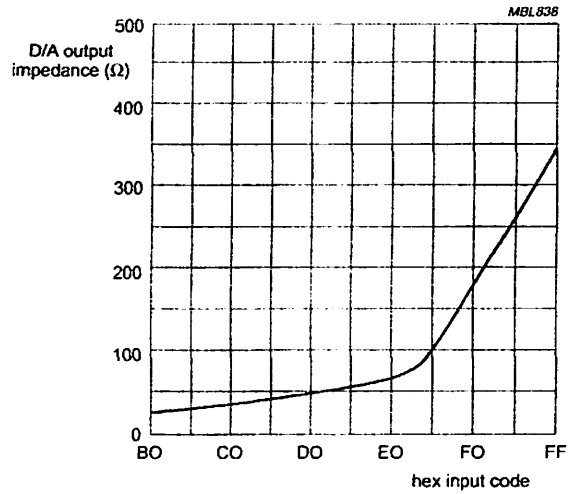


b. External oscillator.

Fig.18 Operating supply current as a function of supply voltage (analog output disabled).



a. Output impedance near negative power rail; $T_{amb} = +27^\circ C$.



b. Output impedance near positive power rail; $T_{amb} = +27^\circ C$.

The x-axis represents the hex input-code equivalent of the output voltage.

Fig.19 Output impedance of analog output buffer (near power rails).

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

14 AC CHARACTERISTICS

All timing values are valid within the operating supply voltage and ambient temperature range and reference to V_{IL} and V_{IH} with an input voltage swing of V_{SS} to V_{DD} .

| SYMBOL | PARAMETER | MIN. | TYP. | MAX. | UNIT |
|---|------------------------------|------|------|------|---------|
| I²C-bus timing (see Fig.20; note 1) | | | | | |
| f_{SCL} | SCL clock frequency | – | – | 100 | kHz |
| t_{SP} | tolerable spike width on bus | – | – | 100 | ns |
| t_{BUF} | bus free time | 4.7 | – | – | μ s |
| $t_{SU:STA}$ | START condition set-up time | 4.7 | – | – | μ s |
| $t_{HD:STA}$ | START condition hold time | 4.0 | – | – | μ s |
| t_{LOW} | SCL LOW time | 4.7 | – | – | μ s |
| t_{HIGH} | SCL HIGH time | 4.0 | – | – | μ s |
| t_r | SCL and SDA rise time | – | – | 1.0 | μ s |
| t_f | SCL and SDA fall time | – | – | 0.3 | μ s |
| $t_{SU:DAT}$ | data set-up time | 250 | – | – | ns |
| $t_{HD:DAT}$ | data hold time | 0 | – | – | ns |
| $t_{VD:DAT}$ | SCL LOW-to-data out valid | – | – | 3.4 | μ s |
| $t_{SU:STO}$ | STOP condition set-up time | 4.0 | – | – | μ s |

Note

1. A detailed description of the I²C-bus specification, with applications, is given in brochure "The I²C-bus and how to use it". This brochure may be ordered using the code 9398 393 40011.

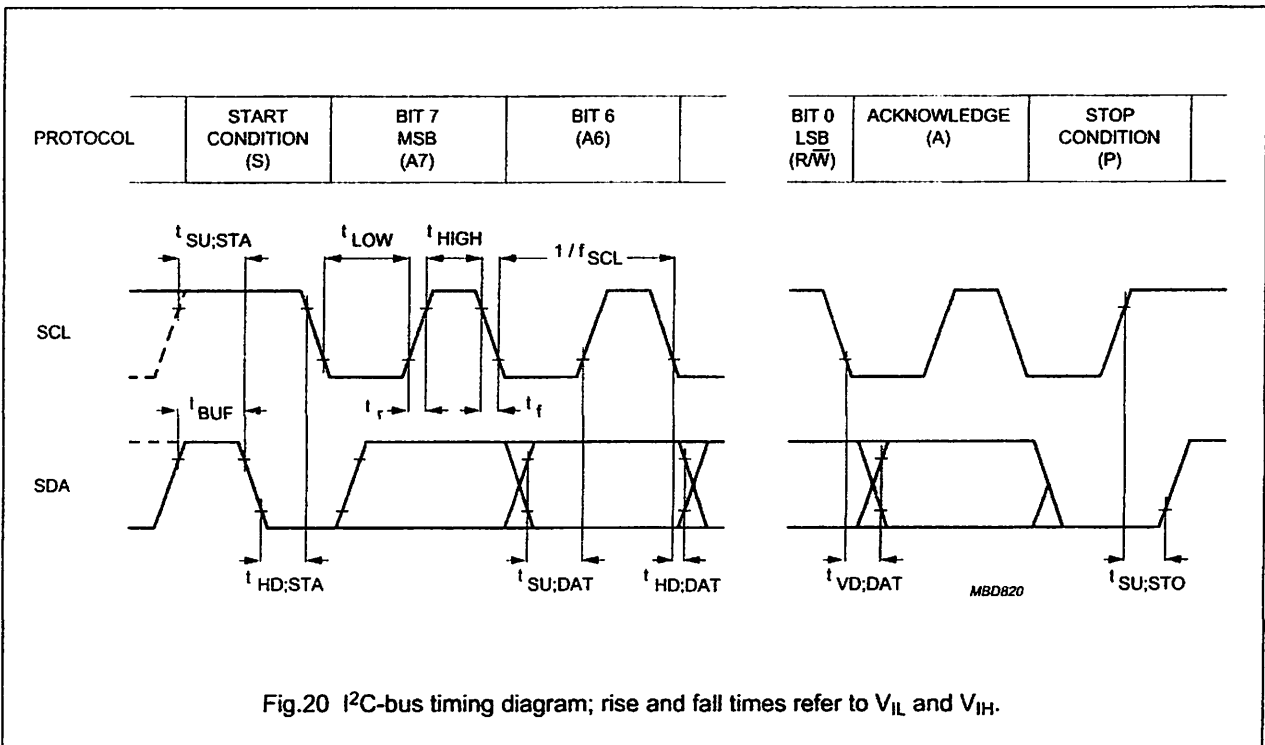


Fig.20 I²C-bus timing diagram; rise and fall times refer to V_{IL} and V_{IH} .

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

15 APPLICATION INFORMATION

Inputs must be connected to V_{SS} or V_{DD} when not in use. Analog inputs may also be connected to AGND or V_{REF} .

In order to prevent excessive ground and supply noise and to minimize cross-talk of the digital to analog signal paths the user has to design the printed-circuit board layout very carefully. Supply lines common to a PCF8591 device and noisy digital circuits and ground loops should be avoided. Decoupling capacitors ($>10 \mu\text{F}$) are recommended for power supply and reference voltage inputs.

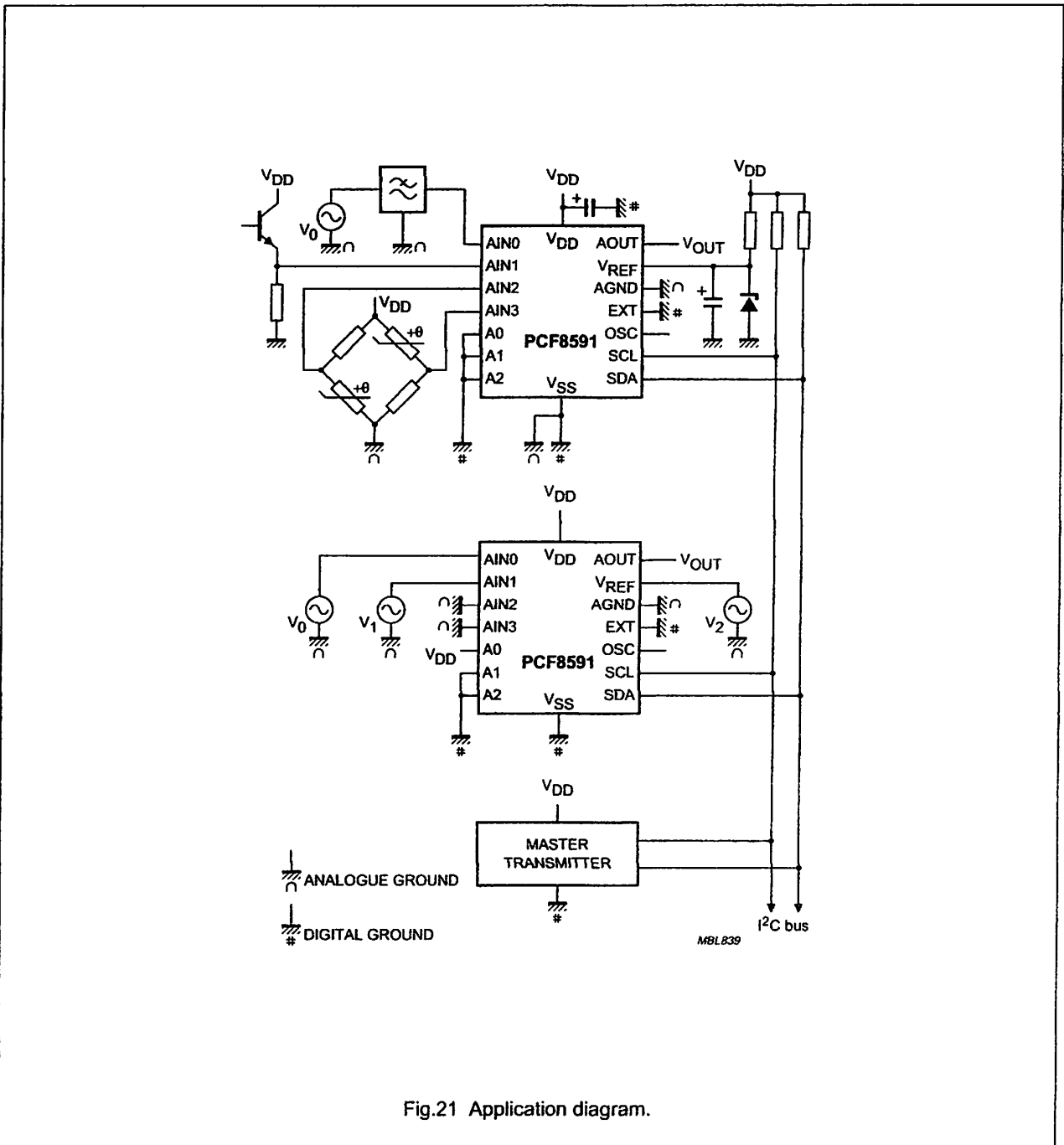


Fig.21 Application diagram.

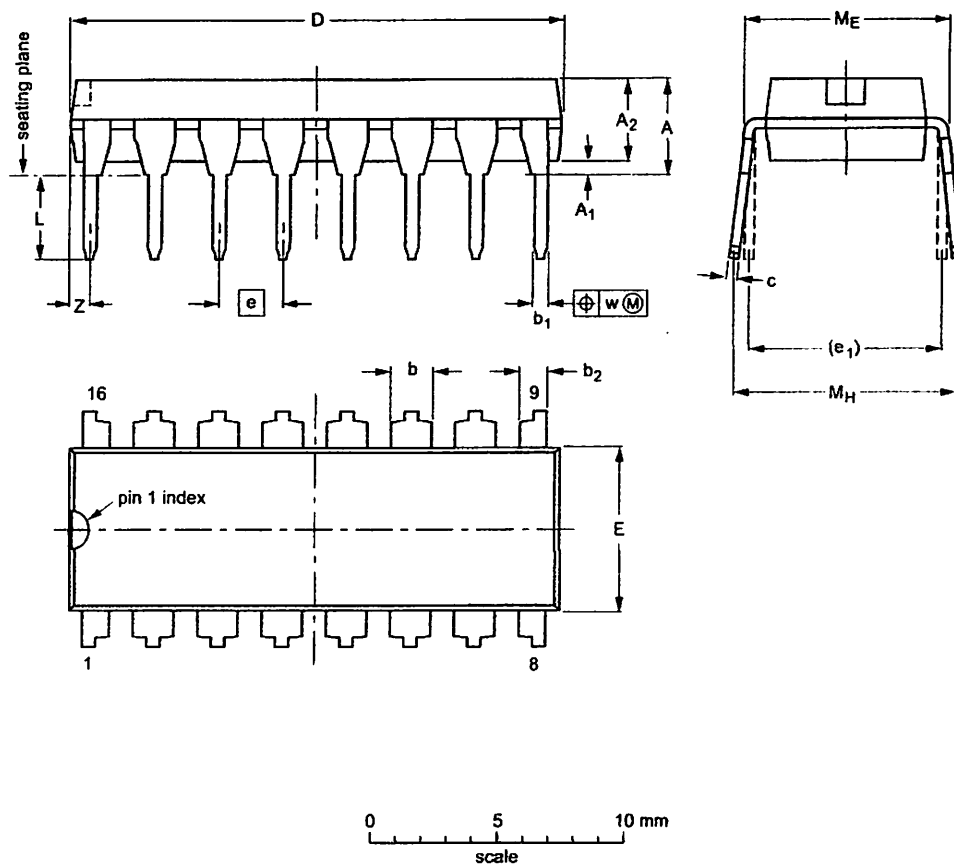
8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

16 PACKAGE OUTLINES

DIP16: plastic dual in-line package; 16 leads (300 mil)

SOT38-4



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

| UNIT | A max. | A ₁ min. | A ₂ max. | b | b ₁ | b ₂ | c | D ⁽¹⁾ | E ⁽¹⁾ | e | e ₁ | L | M _E | M _H | w | Z ⁽¹⁾ max. |
|--------|--------|---------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------|----------------|--------------|----------------|----------------|-------|-----------------------|
| mm | 4.2 | 0.51 | 3.2 | 1.73 1.30 | 0.53 0.38 | 1.25 0.85 | 0.36 0.23 | 19.50 18.55 | 6.48 6.20 | 2.54 | 7.62 | 3.60 3.05 | 8.25 7.80 | 10.0 8.3 | 0.254 | 0.76 |
| inches | 0.17 | 0.020 | 0.13 | 0.068 0.051 | 0.021 0.015 | 0.049 0.033 | 0.014 0.009 | 0.77 0.73 | 0.26 0.24 | 0.10 | 0.30 | 0.14 0.12 | 0.32 0.31 | 0.39 0.33 | 0.01 | 0.030 |

Note

1. Plastic or metal protrusions of 0.25 mm maximum per side are not included.

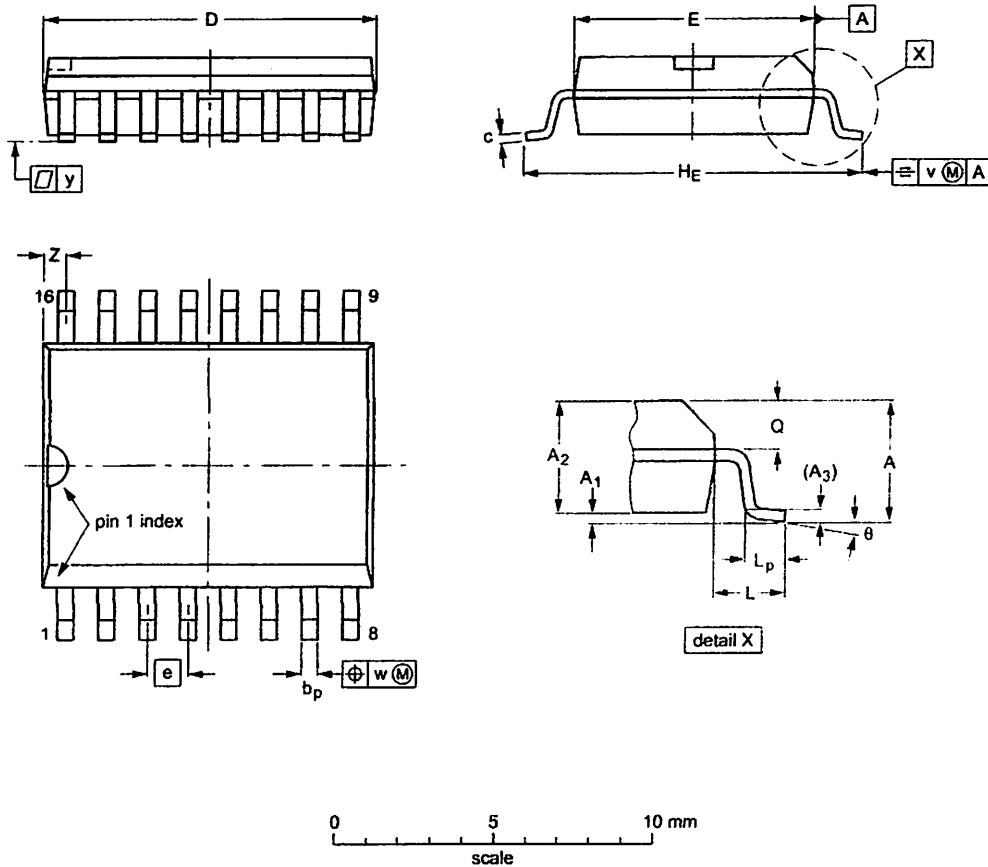
| OUTLINE VERSION | REFERENCES | | | | EUROPEAN PROJECTION | ISSUE DATE |
|-----------------|------------|-------|------|--|---------------------|----------------------|
| | IEC | JEDEC | EIAJ | | | |
| SOT38-4 | | | | | | 92-11-17 95-01-14 |

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

S016: plastic small outline package; 16 leads; body width 7.5 mm

SOT162-1



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

| UNIT | A max. | A ₁ | A ₂ | A ₃ | b _p | c | D ⁽¹⁾ | E ⁽¹⁾ | e | H _E | L | L _p | Q | v | w | y | Z ⁽¹⁾ | θ |
|--------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|-------|----------------|-------|----------------|----------------|------|------|-------|------------------|----------|
| mm | 2.65 | 0.30 0.10 | 2.45 2.25 | 0.25 | 0.49 0.36 | 0.32 0.23 | 10.5 10.1 | 7.6 7.4 | 1.27 | 10.65 10.00 | 1.4 | 1.1 0.4 | 1.1 1.0 | 0.25 | 0.25 | 0.1 | 0.9 0.4 | 8° 0° |
| inches | 0.10 | 0.012 0.004 | 0.096 0.089 | 0.01 | 0.019 0.014 | 0.013 0.009 | 0.41 0.40 | 0.30 0.29 | 0.050 | 0.419 0.394 | 0.055 | 0.043 0.016 | 0.043 0.039 | 0.01 | 0.01 | 0.004 | 0.035 0.016 | |

Note
1. Plastic or metal protrusions of 0.15 mm maximum per side are not included.

| OUTLINE VERSION | REFERENCES | | | EUROPEAN PROJECTION | ISSUE DATE |
|-----------------|------------|--------|------|---------------------|----------------------|
| | IEC | JEDEC | EIAJ | | |
| SOT162-1 | 075E03 | MS-013 | | | 97-05-22 99-12-27 |

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

17 SOLDERING**17.1 Introduction to soldering through-hole mount packages**

This text gives a brief insight to wave, dip and manual soldering. A more in-depth account of soldering ICs can be found in our "Data Handbook IC26; Integrated Circuit Packages" (document order number 9398 652 90011).

Wave soldering is the preferred method for mounting of through-hole mount IC packages on a printed-circuit board.

17.2 Soldering by dipping or by solder wave

The maximum permissible temperature of the solder is 260 °C; solder at this temperature must not be in contact with the joints for more than 5 seconds.

17.4 Suitability of through-hole mount IC packages for dipping and wave soldering methods

| PACKAGE | SOLDERING METHOD | |
|---------------------------|------------------|-------------------------|
| | DIPPING | WAVE |
| DBS, DIP, HDIP, SDIP, SIL | suitable | suitable ⁽¹⁾ |

Note

- For SDIP packages, the longitudinal axis must be parallel to the transport direction of the printed-circuit board.

The total contact time of successive solder waves must not exceed 5 seconds.

The device may be mounted up to the seating plane, but the temperature of the plastic body must not exceed the specified maximum storage temperature ($T_{stg(max)}$). If the printed-circuit board has been pre-heated, forced cooling may be necessary immediately after soldering to keep the temperature within the permissible limit.

17.3 Manual soldering

Apply the soldering iron (24 V or less) to the lead(s) of the package, either below the seating plane or not more than 2 mm above it. If the temperature of the soldering iron bit is less than 300 °C it may remain in contact for up to 10 seconds. If the bit temperature is between 300 and 400 °C, contact may be up to 5 seconds.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

18 DATA SHEET STATUS

| LEVEL | DATA SHEET STATUS ⁽¹⁾ | PRODUCT STATUS ⁽²⁾⁽³⁾ | DEFINITION |
|-------|----------------------------------|----------------------------------|--|
| I | Objective data | Development | This data sheet contains data from the objective specification for product development. Philips Semiconductors reserves the right to change the specification in any manner without notice. |
| II | Preliminary data | Qualification | This data sheet contains data from the preliminary specification. Supplementary data will be published at a later date. Philips Semiconductors reserves the right to change the specification without notice, in order to improve the design and supply the best possible product. |
| III | Product data | Production | This data sheet contains data from the product specification. Philips Semiconductors reserves the right to make changes at any time in order to improve the design, manufacturing and supply. Relevant changes will be communicated via a Customer Product/Process Change Notification (CPCN). |

Notes

1. Please consult the most recently issued data sheet before initiating or completing a design.
2. The product status of the device(s) described in this data sheet may have changed since this data sheet was published. The latest information is available on the Internet at URL <http://www.semiconductors.philips.com>.
3. For data sheets describing multiple type numbers, the highest-level product status determines the data sheet status.

19 DEFINITIONS

Short-form specification — The data in a short-form specification is extracted from a full data sheet with the same type number and title. For detailed information see the relevant data sheet or data handbook.

Limiting values definition — Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.

Application information — Applications that are described herein for any of these products are for illustrative purposes only. Philips Semiconductors make no representation or warranty that such applications will be suitable for the specified use without further testing or modification.

20 DISCLAIMERS

Life support applications — These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips Semiconductors customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips Semiconductors for any damages resulting from such application.

Right to make changes — Philips Semiconductors reserves the right to make changes in the products - including circuits, standard cells, and/or software - described or contained herein in order to improve design and/or performance. When the product is in full production (status 'Production'), relevant changes will be communicated via a Customer Product/Process Change Notification (CPCN). Philips Semiconductors assumes no responsibility or liability for the use of any of these products, conveys no licence or title under any patent, copyright, or mask work right to these products, and makes no representations or warranties that these products are free from patent, copyright, or mask work right infringement, unless otherwise specified.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

21 PURCHASE OF PHILIPS I²C COMPONENTS

Purchase of Philips I²C components conveys a license under the Philips' I²C patent to use the components in the I²C system provided the system conforms to the I²C specification defined by Philips. This specification can be ordered using the code 9398 393 40011.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

NOTES

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

NOTES

Philips Semiconductors – a worldwide company

Contact information

For additional information please visit <http://www.semiconductors.philips.com>. Fax: +31 40 27 24825
For sales offices addresses send e-mail to: sales.addresses@www.semiconductors.philips.com.

© Koninklijke Philips Electronics N.V. 2003

SCA75

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.

Printed in The Netherlands

403512/06/pp28

Date of release: 2003 Jan 27

Document order number: 9397 750 10464

Let's make things better.

**Philips
Semiconductors**



PHILIPS



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA D – III

LEMBAR BIMBINGAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : ARDHYA DION ALESANDRIO
NIM : 0852204
JURUSAN : T.Eelktro D-III
KONSENTRASI : Teknik Elektronika D-III
JUDULT.A : Pendeteksi Kadar CO2 Berlebih Pada Ruangan Pabrik
Berbasis Mikrokontroler AT89S52

| No | Tanggal | Bab | Revisi | ACC |
|----|---------|---------|-----------------------------------|-----|
| 1 | | BAB I | | b |
| 2 | | BAB II | | b |
| 3 | | BAB III | Penjelasan tiap Gambar, Tabel. | b |
| 4 | | BAB IV | Tabel hari kerja dan busor | b |
| 5 | | BAB V | Kesimpulan umum | b |

Mengetahui
Dosen Pembimbing

Bambang Prio Hartono.ST,MT
NIP.Y.1028400082



PERSETUJUAN PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Dari hasil ujian Tugas Akhir Teknik Listrik Diploma Tiga (D-III) yang diselenggarakan pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 21 Februari 2012

Telah dilakukan perbaikan tugas akhir oleh :

1. Nama : Ardhya Dion Alesandrio
2. NIM : 08.52.204
3. Program Studi : Teknik Elektronika D-III
4. Judul Tugas : Pendeteksi Kadar CO2 Berlebih pada Ruangan Pabrik Berbasis Mikrokontroler AT 89S52

Perbaikan meliputi :

| NO | Materi Perbaikan | Paraf |
|----|---|-------|
| 1 | Penulisan Daftar Isi | |
| 2 | Analisa Penguatan (Perencanaan & Pengujian) | |
| 3 | Pengujian Dotmatrik | |
| 4 | Abstraksi | |
| 5 | Kesimpulan | |
| 6 | Acc Jilid | |

Dosen Pembimbing

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y 1028400082

Dosen Penguji I

Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y. 10128700172

Dosen Penguji II

Sonny Prasetyo, ST, MT
NIP. P. 1031000433

Lampiran : 1(satu) berkas Proposal
Perihal : Permohonan Kesediaan Dosen Pembimbing

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Bambang Prio H.ST, MT
Institut Teknologi Nasional Malang
di
M a l a n g

Dengan hormat,

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : Ardhya Dion Alesandrio
No. Mahasiswa : 0852204
Program Studi : Teknik Elektro D-III

Dengan ini mengajukan permohonan, sekiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama/Pendamping*), untuk penyusunan Tugas Akhir .

Judul Tugas Akhir : Pendeteksi Kadar CO2 Berlebih Dalam Ruangan Pabrik Berbasis Mikrokontroler AT8952

Adapun tugas tersebut adalah salah satu syarat untuk menempuh Ujian Tugas Akhir Program D-III.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.



Mengetahui
Ketua Prodi
Teknik Elektro D-III
[Signature]
Mr. H. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y. 1018700151

Malang, 15 November 2011

Ardhya Dion Alesandrio

**KESEDIAAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR**

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

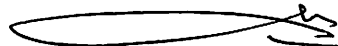
N a m a : Bambang Prio H .ST, MT
No. Mahasiswa : 0852204
Program Studi : Teknik Elektro D-III
Judul Tugas Akhir : .Pendeteksi.Kadar.CO2.Berlebih.Dalam.Ruangan.Pabrik.Berbasis
.Mikrokontroler.AT89S52.....
.....
.....

Bahwa kami bersedia membimbing Tugas Akhir dari mahasiswa tersebut.

Jangka waktu penyelesaian Tugas Akhir selama 5 (lima) bulan mulai tanggal
15/11/2011 s/d 10/03/2012 dan apabila dalam jangka waktu tersebut belum selesai maka tugas akhir
tersebut dinyatakan **GUGUR**

Malang, 15 November 2011

Dosen Pembimbing;



Bambang Prio H .ST, MT

NIP. 1028400082

Nb :

Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan Mahasiswa
yang bersangkutan kepada sekretaris Program Studi
Teknik Elektro D-III

PERSETUJUAN UJIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini, tim penguji menyetujui Ujian Tugas Akhir mahasiswa :

N a m a : Ardhya Dion Alesandrio
No. Mahasiswa : 0852204
Program Studi : Teknik Listrik D-III
Judul Tugas Akhir : Pendeteksi Kadar CO2 Berlebih Pada Ruangan Pabrik berbasis AT89S52
.....
.....
.....

yang akan diselenggarakan pada:

H a r i : Selasa
Tanggal : 21 - 02 - 2012
J a m : 09.00
Tempat : Lab. Konversi2

| No. | Nama Tim Penguji | Tanda tangan | Tgl. Persetujuan |
|-----|------------------------|-----------------|------------------|
| 1. | Ir. Eko Nurcahyo, MT | Dosen Penguji 1 | |
| 2. | Sonny Prasetyo, ST, MT | Dosen Penguji 2 | |

Malang,
Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Elektro D-III

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y. 1018700151



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Nomor : 178/LD-10/TA.2011
Lampiran : -
Perihal : Bimbingan Tugas Akhir

Kepada : Yth. Bambang Prio H .ST, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
Malang

Dengan Hormat,

Sesuai dengan permohonan persetujuan dalam Tugas Akhir untuk mahasiswa:

Nama : Ardhya Dion Alesandrio
No. Mahasiswa : 0852204
Program. Studi : Teknik Elektronika D-III
Judul Tugas Akhir : Pendeteksi Kadar CO2 Berlebih Dalam Ruangan Pabrik Berbasis
Mikrokontroler AT89S52

Bahwa kami bersedia membimbing Tugas Akhir dari mahasiswa tersebut.
Jangka waktu penyelesaian Tugas Akhir selama 5 (lima) bulan mulai tanggal
15/11/2011 s/d 10/03/2012 dan apabila dalam jangka waktu tersebut belum
selesai maka tugas akhir tersebut dinyatakan **GUGUR**

Malang, 15 November 2011
Ketua Program Studi
Teknik Elektro D-III

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. 1018700151



BIODATA



- Nama : Ardhya Dion Alesandrio
- TTL : Bandung, 21 Juni 1990
- Alamat : Perum Bedali Agung Blok B-04 Lawang, Malang
- Email : Ardhya.dion2@gmail.com
- Motto : BISOGNA VINCERE