UNIVERSITI TEKNOLOGI MARA

PROSIDING



Seminar INSIGHTS 2002
Universiti Teknologi MARA

BRC (Biro Penyelidikan & Perundingan), Universiti Teknologi MARA, 40450 Shah Alam

Biro Penyelidikan dan Perundingan
Universiti Teknologi MARA
40450 Shah Alam, Selangor
Malaysia

© 2001. Biro Penyelidikan dan Perundingan. Hak cipta Terpelihara.

Sila majukan sebarang pertanyaan kepada:

Penolong Naib Canselor(Penyelidikan)
Biro Penyelidikan dan Perundingan
Universiti Teknologi MARA
40450 Shah Alam
Selangor, Malaysia

Tel : 603 5544 2094 / 2093 / 2092
Fax : 603 5544 2096
e-mel : azniz132@salam.uitm.edu.my



Jawatankuasa Penyunting

Penaung	:	Y. Berbahagia Datuk Prof. Dr. Ibrahim Abu Shah Naib Canselor Universiti Teknologi MARA
Penasihat	:	Yang Berbahagia Dato' Prof. Dr. Abdul Halim Mohd.Nawawi Timbalan Naib Canselor (Pembangunan dan Penyelidikan Universiti Teknologi MARA
Ketua Penyunting	:	Prof. Dr. Azni Zain Ahmed Penolong Naib Canselor(Penyelidikan) Universiti Teknologi MARA
Penyunting	:	Prof. Madya Dr. Zainon Mohd. Noor Koordinator Penyelidikan (Sains dan Teknologi) Prof. Madya Dr. Rosmimah Mohd.Noor Kooordinator Penyelidikan (Sains Kemasyarakatan dan Kemanusiaan)
Lembaga Penyunting:		Prof. Madya Ir. Dr. Hj. Abdul Rahman Omar Dr. Rashidah Abd. Rahman Cik Dapeah Ahmad

PENGHASILAN SUATU SISTEM PENCERAP SUHU BERAUTOMASI

Hamidi A. Hamid
Nor Arzami Othman
Mahadzir Hj. Din
UiTM Cawangan Perlis

ABSTRAK

Arus perkembangan teknologi telah meningkatkan penggunaan mikrokomputer dalam sistem pencerapan data. Dalam projek ini suatu sistem pencerap suhu telah dibina dengan menggunakan termistor dan penukar- analog- ke digital (ADC) melalui kaedah antaramuka port selari (parallel-port interfacing). Bahasa perisian yang digunakan ialah C++. Hasilnya ialah suatu sistem yang murah, ringkas tetapi amat berkesan untuk menawan data dalam masa sebenar(real time). Pembinaan sistem ini diharap sebagai asas pendedahan kepada pelajar terhadap penggunaan komputer dalam experimen.

PENGENALAN

Arus perkembangan teknologi telah meningkatkan penggunaan mikrokomputer dalam sistem pencerapan data dan pengawalan peralatan. Kemunculan komputer peribadi (*PC*) dengan harga yang berpatutan memberi peluang kepada penyelidik dan pelajar untuk menggunakannya dalam makmal yang kecil. Experimen dapat dijalankan secara interaktif dan pencerapan data pada ketika kejadian sebenar dapat dijalankan(*real time*). Ia amat berguna jika data yang perlu diambil dalam keadaan yang merbahaya atau dalam masa yang singkat (mikrosaat).

Projek ini adalah bertujuan untuk membina sendiri sistem automasi bagi pencerapan suhu. Pentingnya projek ini ialah ia dapat menjimatkan wang dengan menggunakan peralatan elektronik yang murah. Disamping itu ia juga dapat dimanafaatkan untuk dikembangkan bagi tujuan penyelidikan dan pendidikan. Kemahiran yang didapati boleh digunakan untuk mengautomasi, membina serta mengubahsuai beberapa experimen di makmal sains, khususnya di UiTM Cawangan Perlis, supaya lebih sesuai dengan teknologi semasa.

Skop projek ini ialah membina serta menghasilkan satu sistem pencerapan suhu yang dapat dilakukan melalui komputer. Ia melibatkan penggunaan alat elektronik seperti ADC(*Analog-to-Digital Converter*), mikrokomputer serta alat pengesan(*sensor*). Ia juga melibatkan pembinaan aturcara perisian komputer. Bahasa C++ diguna sebagai bahasa perisian komputer. Sebuah mikrokomputer (*PC*) diguna sebagai unit kawalan (*controller*).

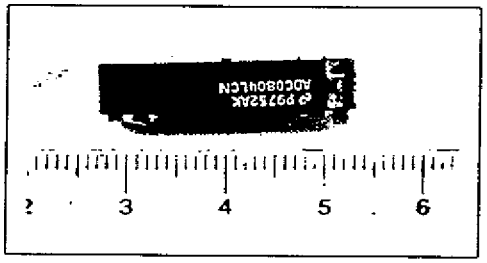
Bahagian 2 menyentuh tentang alat penukar analog-ke digit atau *Analog-to-Digital Converter(ADC).* Alat pengesan suhu, termistor, juga dibincang dalam bab ini. Bahagian 3 adalah bahagian instrumentasi dimana pembinaan alat pengesan suhu diterangkan secara mendalam.

TEORI

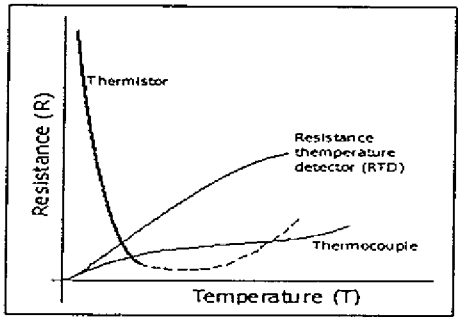
Penukar analog ke digit (ADC)

Penukar analog ke digit atau analog to digital converter (ADC) adalah suatu alat penyahkod (*encoder*) yang khusus. Biasanya alat pengesan(*sensor*) yang diguna, seperti termokupel atau termistor, memberi bacaan dalam bentuk analog. Sebelum dihantar ke mikrokomputer ia terlebih dahulu perlu ditukar ke bentuk digital. ADC menukar voltan analog pada inputnya kebentuk digital.

Cip ADC yang diguna dalam projek ini ialah ACD0804LCN. Ia merupakan cip CMOS (*complementary metal oxide semiconductor*) dan adalah ADC 8-bit dari jenis *'successive- approximation'*. Cip ini mudah didapati dengan harga yang berpatutan. Rajah 2.1 menunjukkan cip tersebut. Teori bagaimana ADC berfungsi secara detail boleh dirujuk dari mana-mana buku Elektronik Digital.



Rajah 2.1: Cip ADC0804LCN



Rajah 2.2: Ciri-ciri Bagi Tiga Jenis Pengesan Suhu

Pengesan suhu

Hubungan rintangan-suhu atau *resistance-temperature* (*R-T*) merupakan hubungan terpenting bagi pembinaan alat pengesan suhu atau *resistance-temperature detectors* (*RTDs*).

Termistor diguna sebagai pengesan suhu untuk projek ini. Termistor merupakan sejenis termometer rintangan dan berfungsi mengikut hubungan R-T. Hubungan diantara rintangan dan suhu adalah tidak linear. Rintangan berubah secara negatif bagi perubahan positif suhu,seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.2.
Hubungan rintangan-suhu (R-T) bagi termistor boleh diandaikan seperti berikut:

$$R=R_{Ref}e^{\beta\left\{\frac{1}{T}-\frac{1}{T_{Ref}}\right\}} \qquad (2.1)$$

dimana: T ialah suhu dalam unit Kelvin (K), T_{Ref} ialah suhu rujukan, kebiasaanya pada suhu bilik (25°C;298K), R ialah rintangan termistor(Ω), R_{Ref} ialah rintangan pada T_{Ref}, β ialah pemalar bagi tujuan kalibrasi (*calibration*) dan bergantung pada jenis bahan termistor . Nilai β selalunya antara 3000 dan 5000K.

Jelas dari persamaan 2.1 rintangan termistor mudah diukur, tetapi nilai suhu terletak didalam bahagian exponent. Dengan mengambil logarithm (ln) pada persamaan tersebut, nilai suhu boleh dikira:

$$\frac{1}{T}=\frac{1}{T_{Ref}}+\frac{1}{\beta}\left[\ln(R)-\ln(R_{Ref})\right] \qquad (2.1)$$

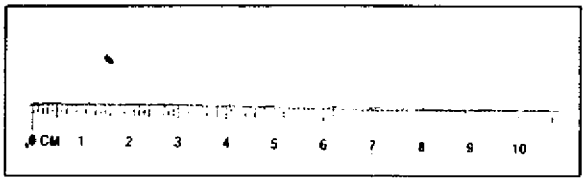
$$T=\frac{T_{Ref}\cdot\beta}{\beta+T_{Ref}\left[\ln(R)-\ln(R_{Ref})\right]} \qquad (2.2)$$

Dari persamaan diatas bolehlah ditentukan nilai suhu terus dari maklumat rintangan.

INSTRUMENTASI

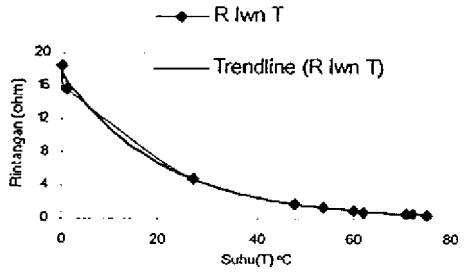
Termistor

Termistor jenis RS R-T curve *negative-temperature-coefficient* (n.t.c) digunakan sebagai alat pengesan suhu (sensor). Julat operasi ialah antara –80°C hingga +150°C. Pada +25°C(suhu bilik) rintangannya ialah 50kΩ. Antara julat 0°C hingga +70°C ralatnya ialah ±0.2°C. Termistor ini dipilih kerana ianya kecil, tahan lasak dan beroperasi dalam julat yang dikehendakki. Rintangan termistor bertindak sebagai pembahagi voltan. Nilai beza voltan merentasi termistor di masukkan ke ADC dan terus kepada komputer melalui port selari. Rajah 3.1 menunjukkan termistor yang digunakan sebagai pengesan suhu. Aturcara ditulis dalam bahasa C++.



Rajah 3.1: Termistor jenis RS R-T (ntc)

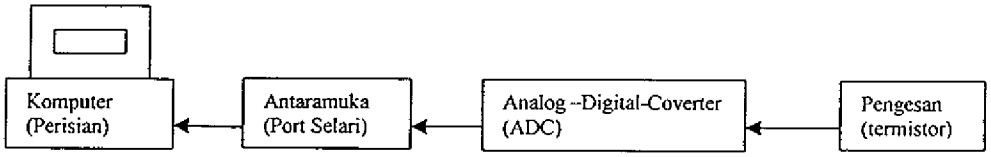
Bagi tujuan kalibrasi nilai rintangan termistor pada beberapa suhu tertentu telah diambil. Termistor tersebut dan sebuah termometer telah direndam didalam ais yang dipanaskan secara perlahan-lahan. Termistor disambung kepada sebuah multimeter digital (DMM) untuk bacaan rintangan. Rajah 3.2 menunjukkan graf rintangan melawan suhu bagi termistor diatas. Jika suhu meningkat rintangan semakin berkurangan secara exponent. Untuk lebih jelas satu `trendline' disertakan.



Rajah 3.2: Rintangan melawan Suhu (R-T) bagi Termistor

Kaedah Penghasilan Sistem Automasi

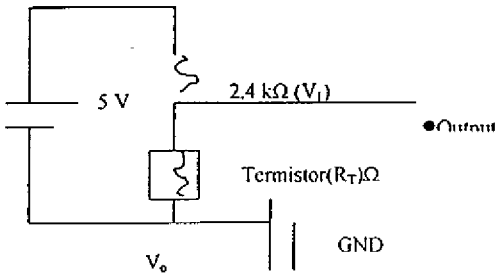
Sistem automasi ini dibina berdasarkan empat bahagian utama. Rajah 3.3 menunjukkan blok asas pembinaan sistem tersebut:



Rajah 3.3: Blok Asas Pembinaan Sistem Automasi.

Pengesan(termistor) disambung kepada *Analog-Digital- Converter* (ADC) yang diletak diatas sebuah *Digital Trainer. Digital Trainer* digunakan kerana ia memudahkan kerja apabila membuat `*troubleshooting*'dan mempunyai bekalan 5-Volt yang stabil untuk mengerakkan cip ADC. Terminal-terminal ADC kemudian disambung kepada komputer melalui antaramuka mengunakan port selari.

Rajah 3.4 ialah litar yang digunakan untuk menukarkan perubahan rintangan termistor kepada perubahan suhu. Pada peringkat awal termistor diganti dengan sebuah perintang bolehubah (*variable resistor*) supaya memudahkan peringkat pembinaan aturcara komputer. Rintangan termistor ialah jenis 5 kΩ pada suhu bilik (25°C). Sebuah perintang benilai 2.4 kΩ disambung secara bersiri dengan termistor tersebut. Nilai ini



Rajah 3.4: Blok Litar Perubahan Rintangan Termistor Kepada Perubahan Suhu. (R_T = Rintangan Termistor)

diguna untuk membolehkan julat fungsi ADC berada diantara 5 V hingga 0 V. Oleh itu nilai voltan output pada suhu bilik adalah seperti berikut:

$V_1 + V_o = 5V$ (3.1)

$V_1 = IR_1 = I(2.4k\Omega)$ (3.2)

$V_o = IR_2 = I\,R_T$

Jadi: $I = \frac{V_o}{R_T}$

$V_1 = \frac{V_o}{T}(2.4k\Omega)$

Didapati:

$$V_o = \frac{5R_T}{2.4 + R_T} \quad (3.3)$$

Dengan menggunakan persamaan serta Rajah 3.2 diatas , nilai V_o pada 0°C ialah 4.40 V (R_T = 17.6 kΩ) dan pada 100°C ialah 0.58 V (R_T = 0.32 kΩ). Nilai ini tidak perlu digandakan lagi untuk disuap ke ADC.

Sebelum penukaran rintangan kepada suhu dibuat, nilai β (pemalar kalibrasi) telah dikira dengan menggunakan persamaan (2.1) dimana T_{Ref} =300K dan R_{Ref} = 4.76 K. Nilai β yang didapati ialah 4877 K dan digunakan dalam persamaan (2.2) untuk mendapatkan suhu.

Voltan daripada pengesan (*sensor*) dalam bentuk analog dimasukkan ke input ADC. Input analog ditukar kebentuk digit perduaan (digital). Julat

nilai digit adalah antara 255 dan 0. Output 1 dalam bentuk digit dari ADC mewakili $\frac{5}{255}(=\frac{1}{51})$ volt dalam analog. Katakan 'value' ialah data yang dibaca dari ADC dan' **value'=255–inportb(data).** Dengan menggunakan persamaan berikut untuk ADC, rintangan R dalam bentuk digital dapat ditentukan:

$$\frac{V_{out}}{5} = \frac{value}{255} \qquad (3.4)$$

$$\text{dan } V_{out} = V_{in}\frac{R}{(R+2.4)} \qquad (3.5)$$

Oleh itu :

$$R = \frac{value(2.4)}{(255 - value)} \qquad (3.6)$$

Nilai R kemudian dimasukkan kedalam persamaan (2.2) untuk mendapat niali suhu (T).

Aturcara Komputer

Aturcara dibuat supaya pengguna mempunyai empat pilihan. Arahan yang tertera diskrin pada '**Main Menu**' adalah seperti berikut :

Pilihan 1:"Lakarkan Graf Port", Pilihan 2:"Paparkan Mod Oksiloskop", Pilihan 3: "Keluarkan Nilai Port" dan Pilihan 4:"Keluar dari Sistem".

Pilihan 1 akan memaparkan graf suhu lawan masa. Walaubagaimanapun data tersebut tidak disimpan dan graf akan berhenti setelah cursor merentasi seluruh skrin. Pilihan 2 juga memaparkan graf suhu lawan masa dan data akan disimpan. Bagi pilihan ini graf dipaparkan pada skrin secara berterusan sehingga disk yang menyimpan data penuh atau sehingga experimen tamat, yang mana terdahulu. Pilihan 3 membolehkan pengguna melihat data-data yang dikeluarkan dari port, iaitu ia memaparkan bacaan semasa diport tersebut. Pilihan 4 pula membolehkan pengguna keluar daripada sistem.

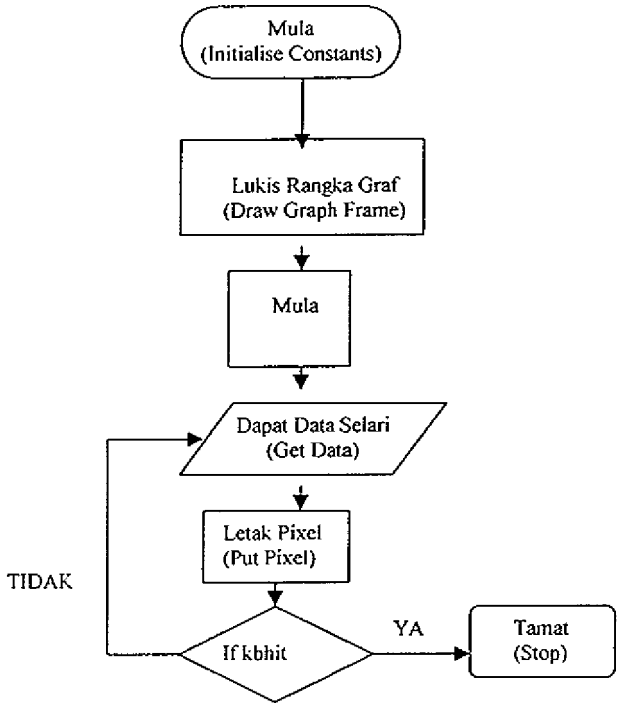
Rajah 3.5 ialah subrutin bagi memaparkan graf suhu lawan masa. Graf dipamir supaya memenuhi keseluruhan permukaan skrin. Paksi-Y mewakili suhu dan dibahagikan antara 0°C dan 100°C. Paksi –X mewakili masa. Voltan output,V_o, pada 100°C dan 0°C adalah 0.6 V dan dan 4.4 V, masing-masing. Dalam bentuk digit perduaan ini bermakna nilai pada 0.6V dan 4.4 V adalah 31 dan 225, masing-masing. Oleh kerana termistor ini

adalah berkecerunan negatif (*negative-temperature- gradient*) dan bagi tujuan memplot graf nilai 225 dijadikan 100°C dan 31 pula 0°C.
Sebagai contoh dari perisian komputer:

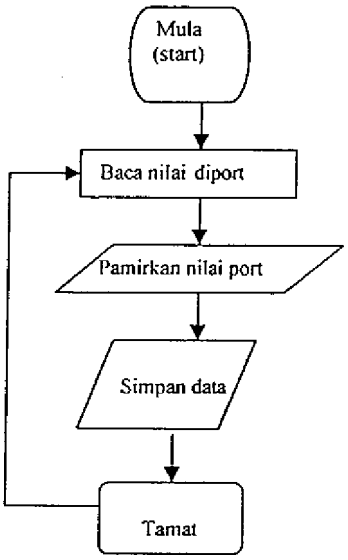
value=255-inportb(data) adalah untuk membaca data dari port.

If(value>231)

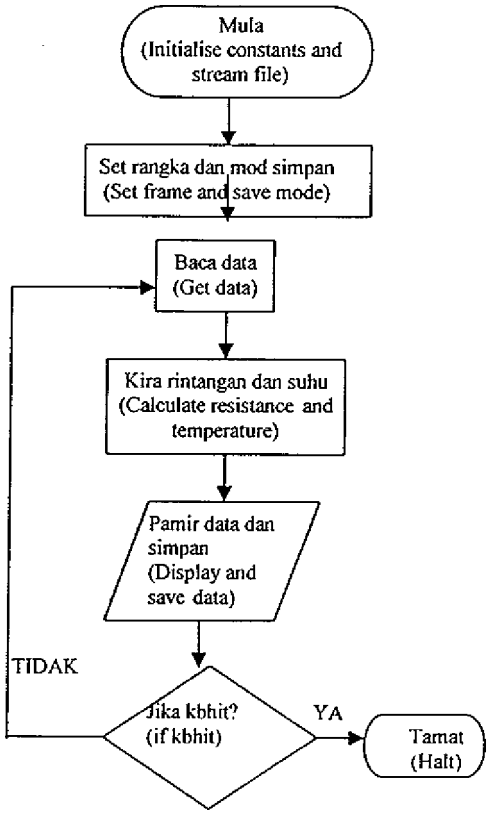
putpixel(20+m,10,YELLOW) // arahan ini pula memberi arahan pada komputer untuk meletakkan titik (pixel) bewarna kuning pada tempat yang tertentu.



Rajah 3.5: Subrutin Melukis Graf Pada Skrin Komputer



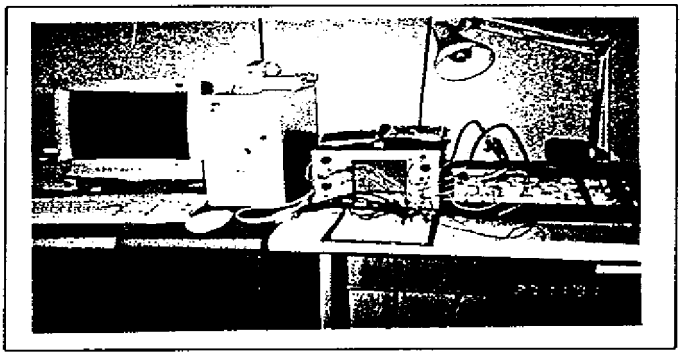
Rajah 3.6: Subrutin membaca nilai-nilai diport



Rajah 3.7 Subrutin untuk membaca, menyimpan dalam file `List'

Apabila suhu dikira nilai 273 ditolak daripada persamaan untuk mendapatkan nilai dalam unit °C. Daripada perisian komputer:
R=((2.4)*(255-value))/(255-(255-value)); ialah untuk mendapat nilai rintangan. Nilai rintangan ini kemudian ditukar ke nilai suhu dalam unit °C. Arahan yang diguna ialah
Temp=((Tref*B)/(B+(Tref*(log®-log(Rref)))))-273
Rajah 3.6 ialah subrutin untuk membaca nilai-nilai diport. Rajah 3.7 menunjukkan paparan subrutin yang membolehkan pengguna membuat bacaan dan menyimpan fail.

Rajah 3.8 pula ialah litar serta peralatan yang digunakan untuk membina pengesan tersebut.



Rajah 3.8: Peralatan yang diguna untuk membina sistem pengesan suhu.

KESIMPULAN

Suatu sistem penyerap suhu telah dibina dan diuji keberkesanannya. Sistem ini dibina dengan hanya menggunakan sebuah unit *Analog-to-Digital- Converter* (ADC) dengan menggunakan kaedah port selari (*parallel port interfacing*). Suatu perisian komputer dengan menggunakan bahasa C++ juga telah dihasilkan. Harga sebuah unit ADC yang digunakan ialah tidak melebihi RM40.00. Objektif untuk membina sendiri sebuah sistem penyerap suhu yang murah telah dicapai. Pada kesuluhurannya sistem ini dapat dibina dengan peruntukan yang terhad. Kemudahan untuk mendapatkan bekalan tidak menjadi masalah dan ada pembekal yang bersedia untuk membantu.

Selain daripada pendedahan dengan pengetahuan elektronik projek ini juga memerlukan pengetahuan sains dan pengaturcaraan komputer. Projek ini berupaya memberi pendedahan asas kepada pelajar dan berupaya dikembangkan untuk experimen-experimen yang lebih canggih.

PENGHARGAAN

Projek ini telah dibiayai oleh geran BRC UiTM . Terima kasih juga kepada Pengarah Kampus , AJK BRC UiTM Cawangan Perlis, En. Mohd. Nazari Abu Bakar, En. Jaya Bharatha Rao serta semua yang telah membantu.

RUJUKAN

Abdul Wahab, M Z; *Tesis Sm.Sn (Kep)*, UKM (1994/1995)

Embong M. S; *Tesis Sm.Sn (Kep)*, UKM (1992)

Godfrey J T; *Applied C*, Prentice Hall, USA(1990).Tokheim,R.L; *Digital Electronics*, 4th Ed, McGraw Hill (1994)

Hajek, M.J; *Introduction to Digital Electronics*, Delmar Pub. Inc; USA (1986)

http://www.efunda.com/designstandards/sensors/thermistors/thermistors_

theory.cfm
http://www.efunda.com/designstandards/sensors/rtd/rtd_theory.cfm

http://www.Lammertbies.nl/comm/cable/parallel.html

Johnson J H; *Build Your Own Data Acquisition And Display Devices*, McGraw Hill, USA(1994)

Long, J; *Do It Yourself-Microsoft C/C++*, SAMS(Prentice Hall Pub), USA(1992).

Quinn, J; *Digital Data Comminications*, Prentice Hall,UK (1995).

Steer, W.A., *Introduction to Parallel Port*, http://www.Parallel port interfacing basics.htm

Tyson, J.T; *How Parallel Ports Work*,http://www.Howstuffworks/How Parallel Ports Work.htm