

**PENGUKUR CAS BERDIGIT**

**Oleh**

**Normala bt. Muda**

**Disertasi ini dikemukakan kepada**

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan**

**Untuk ijazah dengan kepujian**

**SARJANA MUDA KEJURUTERAAN ( KEJURUTERAAN ELEKTRONIK )**

**Pusat Pengajian Kejuruteraan**

**Elektrik dan Elektronik**

**Universiti Sains Malaysia**

**Mei 2006**

# KANDUNGAN

<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
ABSTRAK	iv
SENARAI GAMBARAJAH	vi
SENARAI JADUAL	vii
PENGHARGAAN	viii
<b>BAB 1 : PENGENALAN</b>	
1.1 Cara penyiasatan .....	1
1.2 Objektif projek .....	2
1.3 Skop projek .....	3
1.4 Panduan laporan .....	4
<b>BAB 2 : KAJIAN ILMIAH</b>	
2.1 Ciri-ciri cas elektrik .....	6
2.2 Kaitan cas elektrik dengan penebat dan konduktor.....	8
2.3 Hukum Coulomb .....	8
2.4 Prinsip mengukur cas ruang .....	10
2.5 Prinsip mengukur cas badan manusia .....	11
2.6 Isyarat Digital .....	17
2.7 Litar persepaduan penguat operasi.....	18
2.7.1 Penguat operasi tidak songsang.....	19
2.7.2 Pembanding gelung terbuka.....	20
<b>BAB 3 : PERLAKSANAAN DAN PEMBINAAN</b>	
3.1 Konsep Pengukur Cas berdigit.....	21
3.2 Gambaran keseluruhan litar.....	22

3.2.1 Elemen pengesan cas.....	22
3.2.2 Elemen penumpuan cas.....	24
3.2.3 Elemen persepaduan pengukuran cas.....	26
3.2.3.1 Litar penguat operasi tidak songsang.....	26
3.2.3.2 Litar rangkaian pengukur cas.....	29
3.2.3.2.1 Sambungan penguat operasi.....	30
3.2.3.2.2 Sambungan penukar analog kepada digital.....	31
3.2.3.2.3 Sambungan mikropengawal AT89C2051.....	34
3.2.3.2.4 Sambungan pemandu / penerima ( MAX 232 ).....	35
3.2.3.2.5 Paparan.....	36
3.2.3.2.6 Aturcara “visual basic”.....	41
3.2.3.4 Litar pengesanan polariti cas.....	44
3.2.3.4 Rangkaian keseluruhan rekabentuk litar.....	46

#### BAB 4 : KEPUTUSAN DAN ANALISIS

4.1 Penukaran skala tinggi ( 0 – 5 $\mu\text{C}$ ).....	47
4.1.1 Kesimpulan keputusan penukaran skala tinggi.....	49
4.2 Penukaran skala rendah ( 0 – 0.5 $\mu\text{C}$ ).....	49
4.2.1 Kesimpulan keputusan penukaran skala rendah.....	51

#### BAB 5 : PENUTUP

5.1 Perbincangan .....	52
5.2 Masalah .....	56
5.3 Cadangan-cadangan pembaikpulihan / peningkatan .....	58
5.4 Kelebihan dan kelemahan .....	60
5.5 Kesimpulan .....	61

RUJUKAN

LAMPIRAN

## **ABSTRAK**

Pengukur Cas Berdigit yang akan direkabentuk adalah suatu alat yang dapat mengukur cas ruang dan badan manusia serta mampu mengesan polariti cas yang diukur. Rekabentuk alat ini menggunakan elemen kapasitor untuk menghasilkan beza keupayaan di antara kedua-dua plat apabila terdapatnya cas. Di samping itu, elemen kapasitor juga merupakan suatu elemen yang sesuai dengan sifatnya yang dapat menyimpan dan melepaskan cas. Seterusnya rekabentuk projek ini menggunakan elemen penguat operasi yang berfungsi untuk menguatkan isyarat beza keupayaan yang terhasil. Rekabentuk projek ini juga menggunakan suatu peranti yang dipanggil penukar isyarat analog kepada digital ( analog digital conversion – ADC ) bagi membolehkan alat ini menukarkan nilai kuantiti cas yang diukur kepada suatu nilai digital. Paparan di dalam bentuk digital ini memudahkan lagi bacaan dibaca oleh pengguna dan seterusnya dapat meningkatkan lagi ketepatan bacaan yang diperoleh berbanding menggunakan meter analog. Sebagai kesimpulan, rekabentuk projek ini adalah bertujuan untuk menghasilkan suatu produk / keluaran yang dapat mengukur cas ruang dan badan manusia serta mengesan polariti cas yang diukur. Oleh yang demikian, langkah-langkah pencegahan awal dapat diambil untuk mengelak daripada berlakunya kerosakan terhadap peranti-peranti elektronik yang digunakan di dalam makmal melalui pengnyahcasan cas badan manusia yang tidak dikehendaki.

## **ABSTRACT**

Digital Charge Measurement Device is designed to measure value of charge on body and room and also to detect the polarity of charge. This design using an element of capacitor to produce the charge differences between two plates of capacitor. Beside that, capacitor also can charge or discharge. This design also using operational amplifier to amplify the charge differences. Others, analog to digital converter are used to convert analog signal to digital signal. Displays in digital value are easy to read and also more accurate than metre analog. As a conclusion, the motive of this design is to produce one product that can measure value of charge on body and room and also to detect the polarity that charge. So that customer can take prevention step or prepare early to prevent damage on variety of electronic components through discharging of charge on body while using those components.

## SENARAI GAMBARAJAH

		MUKA SURAT
Rajah 2.1	Prinsip mengukur cas ruang	10
Rajah 2.2	Prinsip pengukuran bila suis terbuka	13
Rajah 2.3	Prinsip pengukuran bila suis tertutup	17
Rajah 2.4	Penguat operasi tidak songsang	18
Rajah 2.5	Pembanding gelung terbuka	22
Rajah 3.1	Konsep rekabentuk Pengukur Cas Berdigit	25
Rajah 3.2	Sambungan elemen pengesan cas secara selari	28
Rajah 3.3	Penyambungan antenna pada elemen pengesan cas	29
Rajah 3.4	Litar penguat operasi tidak songsang	30
Rajah 3.5	Litar rangkaian pengukur cas	31
Rajah 3.6	Sambungan pengayun kristal	32
Rajah 3.7	Sambungan MAX 232	35
Rajah 3.8	Paparan kuantiti cas pada skrin komputer	39
Rajah 3.9	PKeluaran data dalam bentuk desimel	41
Rajah 4.5	Litar pengesan polarity cas	43
Rajah 4.6	Rekabentk litar secara keseluruhan	45

## SENARAI JADUAL

		MUKA SURAT
Jadual 3.1	Keuntungan penguat operasi tidak songsang	28
Jadual 3.2	Fungsi pin ADC 0804	31
Jadual 4.1	Keputusan pada penukaran skala tinggi	48
Jadual 4.2	Keputusan pada penukaran skala rendah	50
Jadual 6.1	Kelebihan dan kelemahan rekabentuk projek	60

## **PENGHARGAAN**

Assalamualaikum dan salam sejahtera saya ucapkan. Terlebih dahulu ucapan syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan izin dan limpah-Nya berjaya juga saya menyiapkan projek yang telah didaftarkan di bawah Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik. Projek yang dijalankan oleh saya bertajuk Pengukur Cas Berdigit. Sepanjang saya melaksanakan dan menyiapkan projek ini, saya telah mendapat bantuan dan sokongan dari pelbagai pihak. Oleh yang demikian, saya mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan ribuan terima kasih yang tidak terhingga kepada kedua ibu bapa saya yang telah banyak memberi sokongan moral kepada saya sehinggalah ke tahap saya berjaya menghasilkan sebuah buku laporan projek ini. Tidak lupa juga, jutaan terima kasih ini saya tujukan kepada penyelia saya iaitu Profesor Syed Idris Syed Hassan kerana beliau telah banyak memberi tunjuk ajar dan menurunkan ilmu kepada saya yang tidak terhingga nilainya. Beliau juga telah banyak membimbing diri saya dalam menjayakan projek ini dan tidak jemu-jemu memberi kata semangat serta nasihat kepada diri saya agar dapat menyiapkan projek ini. Tidak lupa juga, ucapan terima kasih ini ditujukan kepada semua juruteknik yang bertugas kerana banyak membantu saya di dalam pengendalian komponen. Akhir sekali, penghargaan terima kasih ini saya tujukan kepada semua rakan-rakan seperjuangan yang turut menjalankan dan melaksanakan kursus ini kerana dengan adanya pendapat dan komen-komen daripada mereka sedikit sebanyak dapat membantu saya dalam menyiapkan tugas ini dan seterusnya berjaya menghasilkan sebuah projek seperti yang dikehendaki.



# **BAB 1**

## **PENGENALAN**

### **1.1 CARA PENYIASATAN**

Pelbagai ujikaji makmal telah dilakukan dan sepanjang menjalani ujikaji tersebut terdapat pelbagai kerosakan yang berlaku pada peranti-peranti elektronik. Kerosakan ini dapat dikesan apabila litar yang telah siap dipasang tidak dapat menghasilkan keluaran walaupun litar tersebut tidak mengalami sebarang kesilapan pada sambungan litar. Namun setelah penukaran komponen dilakukan, litar tersebut dapat berfungsi dengan baik. Masalah ini menjadi persoalan iaitu bagaimana komponen tersebut boleh mengalami kerosakan. Setelah diberi peluang dan satu tanggungjawab untuk melaksanakan projek tahun akhir yang bertajuk Pengukur Cas Berdigit, persoalan tersebut terjawab setelah melakukan penyelidikan ke atas masalah tersebut. Dari hasil penyelidikan, didapati bahawa badan manusia mengandungi cas dan ianya tertumpu pada bahagian badan yang menganjur iaitu tangan manusia. Oleh yang demikian, semasa pengendalian komponen elektronik, cas pada badan manusia akan dipindahkan melalui sentuhan tangan dan cas ini mampu merosakkan komponen tersebut. Setelah mengetahui punca kerosakan, rekabentuk Pengukur Cas Berdigit adalah salah satu jalan penyelesaian untuk mengatasi masalah tersebut. Rekabentuk Pengukur Cas Berdigit dapat mengukur kuantiti cas ruang dan badan manusia serta mengesan polariti cas yang diukur. Oleh yang demikian rekabentuk projek ini membolehkan para pengguna mengambil langkah-langkah pencegahan awal sebelum memasuki makmal. Keadaan ini seterusnya dapat mengelak kerosakan terhadap peranti-peranti elektronik yang sensitif semasa pengendaliannya.

## **1.2 OBJEKTIF**

Pada peringkat awal, Pengukur Cas Berdigit direkabentuk adalah bertujuan untuk menghasilkan suatu alat yang mampu mengesan dan mengukur cas ruang yang berlainan. Namun, setelah penyelidikan yang terperinci dan berlanjutan dibuat, skop rekabentuk projek ini telah dipertingkatkan lagi fungsinya di mana rekabentuk projek ini berkebolehan untuk mengukur cas badan manusia serta mengesan nilai polariti cas yang diukur. Cas badan manusia adalah saling berhubung dengan cas ruang di mana cas yang terdapat pada sesuatu ruang dapat mempengaruhi kuantiti cas yang terdapat pada badan manusia. Dari penyelidikan yang telah dibuat juga mengatakan bahawa cas yang terdapat pada badan manusia hanya boleh meningkat sehingga beza keupayaan 2-3 kilovolt. Oleh yang demikian, beza keupayaan yang tinggi pada badan manusia akan menyebabkan berlakunya pengnyahcasan elektrostatik. Keadaan seperti ini menyebabkan peranti-peranti elektronik seperti semikonduktor dan litar bersepadu yang sensitif akan mengalami kerosakan yang teruk. Di antara objektif-objektif utama rekabentuk projek ini yang perlu dicapai adalah seperti :

1. untuk merekabentuk suatu alat pengukur cas yang dapat mengukur cas ruang dan badan manusia.
2. untuk merekabentuk suatu alat pengukur cas yang dapat mengesan polariti cas yang diukur samada cas yang diukur adalah suatu cas positif ataupun negatif.

3. untuk merekabentuk suatu alat pengukur cas yang mudah bacaannya di mana kuantiti cas yang diukur akan dipaparkan dalam bentuk digital dan keadaan ini seterusnya dapat meningkatkan lagi ketepatan bacaan yang diperolehi.

### **1.3 SKOP PROJEK**

Rekabentuk Pengukur Cas Berdigit adalah suatu skop yang berpeluang untuk mengkaji sifat-sifat cas elektrik dengan lebih lanjut dan terperinci. Rekabentuk projek ini juga menjelaskan tentang sifat peranti elektronik iaitu kapasitor dengan lebih mendalam di mana bagaimana sifat peranti ini dapat memenuhi keperluan rekabentuk projek ini sebagai satu elemen pengesan cas. Selain itu, projek ini juga dapat memberitahu bahawa nilai cas yang dimiliki oleh badan manusia adalah merbahaya di mana cas ini dapat merosakkan peranti-peranti elektronik dari penyelidikan yang telah dibuat. Di antara skop-skop rekabentuk projek ini ialah untuk mengukur cas ruang dan badan manusia serta mengesan polariti cas yang diukur dan seterusnya rekabentuk projek ini dapat memberi amaran awal kepada para pengguna agar lebih berhati-hati sebelum mengendalikan peranti elektronik iaitu dengan mengambil langkah keselamatan sebelum memasuki makmal. Pelaksanaan rekabentuk projek ini juga akan menjelaskan bagaimana cas sesuatu ruang dapat dikesan dan bagaimana cas pada badan manusia dapat diukur dengan menggunakan antenna. Rekabentuk projek ini merupakan suatu alat yang menggunakan teknologi digital di mana paparan kuantiti cas yang diukur akan dipaparkan dalam bentuk digital maka alat ini dapat memenuhi kehendak pengguna pada masa sekarang yang ingin mengikuti peredaran zaman yang berasaskan kepada teknologi moden seperti teknologi digital. Oleh yang demikian,

dengan satu harapan agar rekabentuk projek ini dapat menjalankan fungsinya dengan sempurna sebagai pengukur cas dan seterusnya dapat membantu mengatasi masalah kerosakan terhadap peranti-peranti elektronik.

#### **1.4 PANDUAN LAPORAN**

Secara keseluruhan, laporan rekabentuk projek ini terbahagi kepada lima bab yang utama di mana setiap bab akan menerangkan secara lebih terperinci mengenai latar belakang serta perjalanan pelaksanaan rekabentuk projek ini. Secara ringkas, panduan laporan rekabentuk projek ini boleh dirujuk seperti berikut :

- 1) Bab satu membincangkan mengenai tujuan di sebalik rekabentuk projek dan kepentingannya kepada para pengguna. Bab ini juga menceritakan tentang objektif rekabentuk projek dan bagaimana ianya dapat memenuhi kehendak pengguna untuk mengatasi masalah yang dihadapi.
  
- 2) Bab dua membincangkan tentang pengetahuan awal yang perlu diketahui sebelum langkah pelaksanaan dan pembinaan diteruskan. Pengetahuan awal ini memudahkan perjalanan untuk merekabentuk projek di mana dengan pengetahuan awal yang ada maka sesuatu projek dapat dilaksanakan dengan lebih sempurna. Kajian ilimiah ini juga memberi pendedahan awal terhadap projek yang hendak direkabentuk seterusnya kita akan mengetahui setiap tujuan yang bakal dilakukan dan seterusnya dapat memahami setiap apa yang dilakukan.

- 3) Bab tiga menceritakan bagaimana rekabentuk projek ini dapat dilaksanakan dengan mempamerkan rekabentuk-rekabentuk litar yang digunakan untuk menghasilkan rekabentuk projek ini. Di samping itu, bab ini juga menceritakan fungsi setiap rekabentuk litar yang digunakan.. Seterusnya, bab ini turut menjelaskan bagaimana sambungan setiap komponen dilakukan ke atas setiap rekabentuk litar.
  
- 4) Bab empat menceritakan tentang keputusan yang diperolehi dari rekabentuk projek ini. Seterusnya bab ini turut menceritakan kesimpulan yang dapat dibuat daripada keputusan yang diperolehi.
  
- 5) Bab lima menceritakan tentang perbincangan yang dapat dibuat dari keseluruhan rekabentuk projek yang telah berjaya dilaksanakan. Di samping itu, di dalam bab ini juga turut di kemukakan beberapa cadangan pembaikpulihan / peningkatan, masalah, kelemahan dan kelebihan rekabentuk projek. Satu kesimpulan yang dapat disimpulkan dari keseluruhan rekabentuk projek ini akan diceritakan di dalam bab ini. Kesimpulan ini menjelaskan tentang kesempurnaan rekabentuk projek yang dapat dihasilkan samada dapat mencapai objektif utama ataupun tahap tersebut tidak dapat dicapai dengan sepenuhnya seperti yang dikehendaki di dalam rekabentuk projek ini.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH**

#### **DAYA ELEKTRIK**

Daya elektrik pertama kali telah terbukti kewujudannya sejak pemerhatian terhadap pergeseran kain sutera atau rumput dengan suatu objek di mana selepas pergeseran berlaku, objek tersebut akan menarik objek yang lain. Fenomena ini dapat digambarkan seperti sikat yang dapat menarik kertas selepas digeserkan dengan suatu objek yang lain. Manakala belon getah yang kembang dengan udara pula akan melekat pada dinding apabila dibiarkan selepas pergeseran berlaku. Kelakuan seperti ini nampaknya memang aneh sejak dahulu lagi dan seakan-akan seperti suatu permainan silap mata namun di sebalik keanehan tersebut dapat menunjukkan bahawa telah berlakunya aktiviti pemindahan elektron semasa pergeseran berlaku ( *Wong Tet Hin – 2003* ). Fenomena di atas adalah terbukti kejadiannya di mana selepas pergeseran berlaku, bahan-bahan tersebut akan mengandungi cas yang bersih dan cas inilah yang akan menghasilkan daya elektrik untuk menarik objek yang lain.

#### **2.1 CIRI – CIRI CAS ELEKTRIK**

Cas elektrik terbahagi kepada dua jenis iaitu cas positif dan cas negatif. Seperti yang diketahui bahawa cas positif ialah proton di dalam nukleus atom dan dipanggil kation manakala cas negatif pula ialah elektron di dalam nukleus atom dan dipanggil anion. Terdapat beberapa ciri asas bagi cas elektrik dan ciri-ciri tersebut adalah seperti :

- i. Cas elektrik yang sama akan menolak antara satu sama lain manaka cas yang berlawanan akan menarik antara satu sama lain
- ii. Cas elektrik akan sentiasa diabadikan
- iii. Cas elektrik tidak boleh dicipta atau dimusnahkan
- iv. Cas elektrik tidak boleh dipecahkan

Cas elektrik diukur dalam unit SI sebagai coulomb atau C. Cas bagi satu elektron atau proton adalah bersamaan dengan  $1.602 \times 10^{-19}$  tetapi nilai tersebut mempunyai tanda positif atau negatif bagi membezakan di antara elektron dan proton. Tanda positif akan dimiliki oleh proton manakala tanda negatif pula akan dimiliki oleh elektron. Satu mol elektron pula adalah bersamaan dengan  $6.02 \times 10^{23}$  mol. Seperti yang diketahui bahawa cas elektrik dapat dihitung dengan menggunakan hukum cas iaitu :

$$Q = CV$$

( 2.1 )

Di sini :

C = nilai kapasitan diantara dua plat

V = beza keupayaan diantara dua plat

## **2.2 KAITAN CAS ELEKTRIK DENGAN PENEHAT DAN KONDUKTOR**

Kebanyakan bahan-bahan yang terdapat di atas muka bumi ini dapat dikelaskan kepada dua kategori iaitu penehat dan konduktor. Pengelasan ini dapat dibuat dengan melihat sejauh mana keupayaan sesuatu bahan itu dapat mengalirkan cas elektrik melaluinya. Bagi bahan yang berada di dalam kelas konduktor, cas elektrik akan bergerak dengan bebas dan contoh bahan-bahan tersebut ialah seperti bahan-bahan logam. Di dalam kelas penehat pula, cas elektrik adalah tetap iaitu bergetar pada kedudukan yang sama dan pergerakannya adalah sukar untuk berlaku. Di antara contoh bahan yang boleh dikelaskan sebagai penehat adalah seperti kaca, getah, plastik dan sebagainya di mana kesemua bahan ini tidak akan mengalirkan arus elektrik. Walaubagaimanapun, terdapat juga bahan yang berada di antara dua kelas tersebut yang dipanggil sebagai semikonduktor. Contoh bahan-bahan yang bersifat semikonduktor yang terdapat di atas muka bumi ini dan yang sering digunakan adalah seperti silikon.

## **2.3 HUKUM COULOMB**

Setelah orang ramai mengetahui tentang kewujudan cas elektrik di muka bumi ini, pelbagai ujikaji telah dijalankan untuk memahami secara lebih mendalam lagi tentang kewujudan cas tersebut. Ujikaji ini juga bertujuan untuk mengkaji tentang daya yang dikenakan dari satu cas kepada cas yang lain. Charles Coulomb telah melakukan pelbagai ujikaji tentang cas yang wujud. Dari hasil ujikaji beliau, beberapa kesimpulan tentang daya elektrik telah berjaya dikeluarkan oleh beliau iaitu :



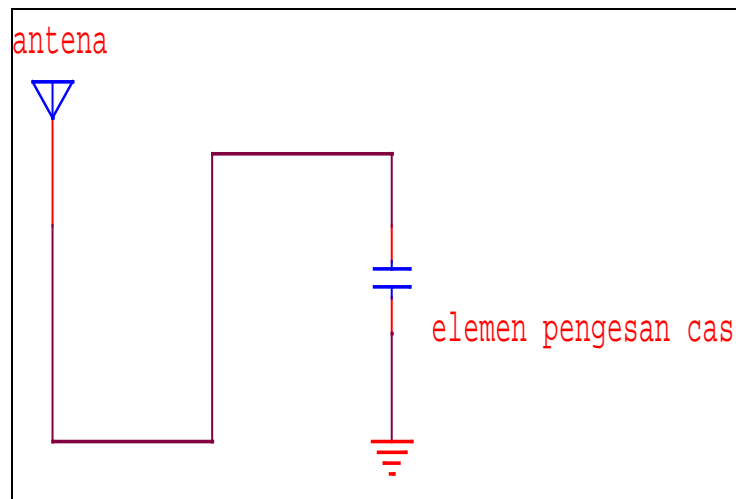
- i. Daya elektrik berkadar terus dengan setiap cas elektrik
- ii. Cas berlawanan saling menarik manakala cas yang sama akan saling menolak
- iii. Daya elektrik berkadar songsang dengan kuasa dua jarak yang memisahkan kedua-dua zarah

Satu unit coulomb adalah bersamaan dengan jumlah cas yang mengalir dengan satu unit arus iaitu ampere dalam satu saat. Walaubagaimanapun, pada keadaan biasa kuantiti dan penyebaran cas pada kawasan sekeliling adalah sukar untuk diukur tetapi ianya masih boleh diukur dengan menukarkan kuantiti dan penyebaran cas kepada unit beza keupayaan, arus ataupun bunyi ( *Wong Tet Hin – 2003* ). Oleh itu, pergerakan cas di sekeliling akan menghasilkan arus dan gelombang elektromagnet.

Setelah pelbagai ujikaji dijalankan ke atas kewujudan cas maka rekabentuk projek ini adalah bertujuan untuk mengukur cas ruang dan badan manusia serta mengesan polariti cas yang diukur. Rekabentuk projek ini menggunakan dua plat selari kapasitor sebagai elemen pengesan cas. Beza keupayaan yang terhasil di antara kedua-dua plat tersebut akan digunakan sebagai pengukuran terhadap cas ruang dan beza keupayaan yang terhasil adalah agak kecil. Untuk mengatasi masalah ini, peranti penguat operasi akan digunakan bagi membolehkan nilai beza keupayaan tersebut dapat diperkuatkan lagi sehingga kepada nilai beza keupayaan yang dikehendaki. Nilai beza keupayaan yang telah diperkuatkan oleh penguat operasi akan mewakili kuantiti cas ruang. Pengukuran cas badan manusia pula bermula apabila antenna disentuh di mana cas dari tangan akan dipindahkan

melalui antena kemudian mengalir menerusi elemen pegasan cas dan nilai beza keupayaan akan terhasil.

## 2.4 PRINSIP PENGUKURAN CAS RUANG



Rajah 2.1 Prinsip mengukur cas ruang

Merujuk kepada Rajah 2.2, apabila terdapatnya kuantiti cas pada sesuatu ruang maka cas-cas tersebut akan tertumpu pada antena. Antena merupakan salah satu bahan yang berada di dalam kelas konduktor di mana arus elektrik dapat mengalir melaluinya serta mempunyai bentuk yang menganjur. Keadaan ini menyebabkan cas-cas pada suatu ruang akan mengalir di permukaannya. Cas-cas yang mengalir ini akan mencaskan plat atas elemen pegasan cas iaitu kapasitor di mana pada keadaan awal elemen ini tidak mempunyai sebarang nilai cas. Nilai dan bilangan elemen pegasan cas yang diguna di dalam rekabentuk projek ini akan mempengaruhi kesensitifan elemen tersebut untuk mengesan cas pada persekitaran. Oleh

yang demikian, cas ruang dapat diukur dari Rajah 2.2 dengan menggunakan hukum cas iaitu persamaan 2.1. Nilai  $Q$  yang diperolehi dari persamaan tersebut merupakan nilai cas ruang yang hendak diukur.

## **2.5 PRINSIP PENGUKURAN CAS BADAN MANUSIA**

Pengnyahcasan elektrostatik mungkin tidak akan mengganggu kesinambungan pengoperasian sesuatu alat tetapi ianya boleh mengakibatkan kerosakan terhadap sebahagian komponen alat tersebut. Secara umum, cas elektrostatik akan terbentuk apabila berlakunya pergeseran di antara suatu bahan dengan bahan-bahan penebat seperti karpet nilon, pakaian terylene, pembungkus plastik dan sebagainya. Pergeseran tersebut boleh menyebabkan peningkatan nilai beza keupayaan sehingga boleh mencapai nilai yang agak tinggi.

Fenomena seperti yang telah dibincangkan di atas adalah amat bergantung kepada kelembapan udara dan suhu persekitaran. Semakin kering udara persekitaran maka semakin tinggi nilai beza keupayaan yang terhasil. Di samping itu, hasil penyelidikan dari Institut Penyelidikan Cas Elektrostatik di Amerika Syarikat telah berjaya membuat satu kesimpulan bahawa badan manusia boleh dianggap sebagai satu elemen kapasitor yang mempunyai nilai diantara 100 – 200 pF. Dari kesimpulan ini juga mereka dapat membuat satu ramalan bahawa semasa pengnyahcasan elektrostatik berlaku, badan manusia mempunyai nilai rintangan dalaman dalam lingkungan 150 – 1500 ohm.

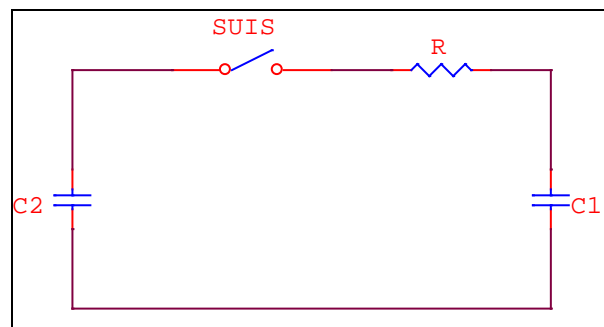
Cas elektrostatik sentiasa wujud dalam keadaan menumpu terutamanya pada bahagian badan manusia yang menganjur seperti tangan manusia. Oleh yang demikian semakin tinggi penumpuan cas pada tangan manusia maka semakin tinggi ataupun semakin meningkat kelajuan pengnyahcasan. Oleh itu pengnyahcasan elektrostatik badan manusia akan berlaku pada masa yang agak pantas dan seterusnya akan merosakkan peranti-peranti elektronik yang sensitif semasa penyentuhan tangan berlaku atau semasa pengendalian peranti tersebut. Keadaan ini berlaku tanpa disedari oleh manusia.

Pengiktirafan terhadap fenomena di atas adalah sukar untuk dipercayai kerana kita tidak akan dapat merasai pengnyahcasan yang berlaku di mana kejutan pada badan manusia semasa pengnyahcasan elektrostatik hanya boleh dirasai apabila nilai beza keupayaan melebihi 2 – 3 kilovoltan. Walaubagaimanapun kebanyakan pengnyahcasan elektrostatik boleh berlaku sebelum mencapai paras nilai beza keupayaan tersebut dan pengnyahcasan ini sudah mencukupi untuk mengakibatkan kerosakan terhadap peranti-peranti elektronik ataupun semikonduktor yang sensitif.

Oleh yang demikian, pelbagai langkah awal telah diambil sebagai langkah pencegahan terhadap cas elektrostatik. Di antara langkah-langkah pencegahan yang boleh dilakukan adalah seperti menukarkan bahan-bahan pengalir seperti karpét, pakaian dan bahan pembungkus kepada bahan-bahan yang tidak boleh mengalirkan cas. Di samping itu, penggunaan tali pergelangan yang dibumikan juga amatlah digalakkan semasa pengendalian peranti-peranti elektronik ataupun semikonduktor yang sensitif. Setelah orang ramai mengetahui bahawa badan manusia boleh menyebabkan pengnyahcasan elektrostatik

dan seterusnya boleh mengakibatkan kerosakan terhadap peranti-peranti elektronik maka rekabentuk projek ini merupakan suatu penyelesaian kepada masalah tersebut. Penggunaan alat ini amatlah bermanfaat kepada para pengguna untuk memberi amaran awal kepada orang ramai dengan kebolehnya yang dapat mengesan dan mengukur cas elektrostatik yang terdapat pada ruang serta badan manusia dan seterusnya langkah-langkah pencegahan awal seperti yang telah dibincangkan di atas boleh diambil dengan segera sebagai langkah keselamatan dan seterusnya sebarang kerosakan terhadap peranti-peranti elektronik dapat dielakkan.

Prinsip pengukuran cas pada badan manusia dapat digambarkan seperti Rajah 2. di bawah :



Rajah 2.2 Prinsip pengukuran bila suis terbuka

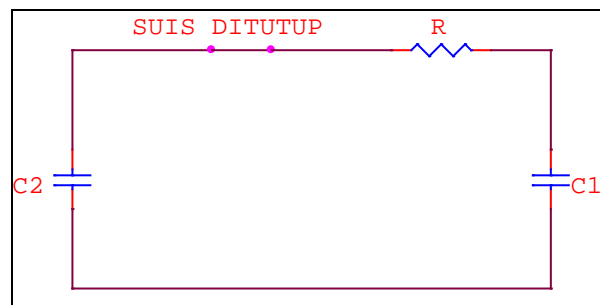
Dengan merujuk kepada Rajah 2.2, anggap bahawa badan manusia mempunyai nilai kapasitan  $C_1$  serta mengandungi nilai cas elektrostatik tertentu yang digunakan untuk mencaskan kapasitor  $C_2$ . Pada keadaan asal, kapasitor  $C_2$  langsung tidak mempunyai sebarang nilai cas. Seterusnya perintang  $R$  adalah berfungsi sebagai rintangan dalaman

semasa pemindahan cas berlaku. Perintang ini hanya melengahkan pemindahan cas yang berlaku dan ianya tidak memberi sebarang kesan terhadap jumlah pemindahan cas secara keseluruhan.

Dengan menggunakan prasyarat bahawa nilai kapasitan  $C_2$  lebih besar daripada nilai kapasitan  $C_1$  sebanyak 10 kali ganda ( $C_2 \gg 10C_1$ ) maka  $C_1$  yang mempunyai nilai cas yang tinggi akan memindahkan casnya kepada kapasitor  $C_2$  yang langsung tidak mempunyai sebarang cas pada keadaan asalnya. Justeru itu, beza keupayaan yang melintangi  $C_2$  akan meningkat dan peningkatan ini bergantung kepada jumlah pemindahan cas yang berlaku. Keadaan ini juga menunjukkan bahawa plat kapasitor  $C_2$  telah menerima cas yang dipindah oleh plat kapasitor  $C_1$ . Maka jumlah cas semasa suis terbuka ialah :

$$Q_1 = C_1 V_1 \quad (2.2)$$

Apabila suis tersebut ditutup iaitu bagaimana tangan disentuh ke atas kapasitor  $C_2$  dan keadaan ini dapat dilihat seperti gambarajah pada Rajah 2.3 di bawah :



Rajah 2.3 Prinsip pengukuran bila suis tertutup

Seperti yang kita sudah ketahui bahawa pada keadaan asal, nilai beza keupayaan kapasitor  $C_2$  adalah sifar. Oleh yang demikian setelah suis ditutup, nilai beza keupayaan tersebut akan bertambah kepada suatu nilai baru yang bersamaan dengan nilai beza keupayaan pada kapasitor  $C_1$  yang asal ( pada keadaan suis terbuka ). Maka dengan menggunakan hukum cas (  $Q = CV$  ), jumlah cas selepas suis ditutup ialah :

$$Q_2 = V_2 ( C_1 + C_2 ) \quad ( 2.3 )$$

Di sini :

$Q_1$  = jumlah cas pada keadaan suis terbuka

$Q_2$  = jumlah cas pada keadaan suis tertutup

Dengan menggunakan prinsip keabadian cas iaitu jumlah cas sebelum dan selepas suis ditutup adalah diabadikan dan keadaan ini dapat diwakili oleh persamaan 2.4 seperti di bawah :

$$Q_1 = Q_2 \quad ( 2.4 )$$

$$V_1 C_1 = V_2 ( C_1 + C_2 ) \quad ( 2.5 )$$

Maka nilai beza keupayaan selepas suis ditutup dapat diringkaskan kepada persamaan 2.6 di sebelah :

$$V_2 = V_1 C_1 / ( C_1 + C_2 ) \quad ( 2.6 )$$

Oleh yang demikian, apabila suis dibuka semula iaitu boleh digambarkan seperti tangan dialih dari kapasitor C<sub>2</sub>. Gambaran ini menunjukkan bahawa pengukuran cas badan manusia bermula iaitu pemindahan cas telah berlaku setelah tangan dialih maka jumlah cas pada bahagian kapasitor adalah bersamaan dengan :

$$Q_{ukur} = V_2 C_2 \quad ( 2.7 )$$

Dengan menggantikan persamaan ( 2.6 ) ke dalam persamaan ( 2.7 ) maka :

$$Q_{ukur} = V_1 ( C_1 C_2 ) / ( C_1 + C_2 ) \quad ( 2.8 )$$

Dengan prasyarat yang telah digunakan di atas iaitu nilai kapasitan C<sub>2</sub> lebih besar daripada nilai kapasitan C<sub>1</sub> sekurang-kurangnya 10 kali ganda yang telah dicadangkan oleh ( *wong Tet Hin – 2003* ). Maka nilai C<sub>1</sub> adalah amat kecil jika dibandingkan dengan dengan nilai C<sub>2</sub> iaitu C<sub>1</sub> << C<sub>2</sub> dan nilai C<sub>1</sub> boleh diabaikan. Oleh itu persamaan 2.8 di atas dapat diringkaskan seperti di sebelah :

$$Q_{ukur} = V_1 C_1 \quad ( 2.9 )$$

Dari persamaan 2.9 di atas, Q<sub>ukur</sub> ialah jumlah cas yang diukur setelah tangan dialih semula dari kapasitor dan ianya mewakili jumlah cas pada badan manusia yang hendak diukur oleh rekabentuk projek ini.



## 2.6 ISYARAT DIGITAL

Di dalam rekabentuk projek ini, ianya memerlukan proses penukaran isyarat analog kepada isyarat digital di mana nilai cas yang diukur akan dipaparkan dalam bacaan berbentuk digital. Isyarat digital merupakan suatu isyarat yang hanya boleh mengambil nilai tertentu sahaja seperti “1” atau “0”. Isyarat digital boleh dihasilkan dengan menggunakan jujukan denyutan voltan yang boleh dihantar melalui satu medium. Rekabentuk projek ini menggunakan teknologi digital untuk memaparkan kuantiti cas yang diukur kerana terdapat beberapa kelebihan sifat isyarat digital berbanding menggunakan paparan meter analog. Di antara kelebihan sifat sistem isyarat digital berbanding sistem isyarat analog adalah seperti :

- i. Data yang diperolehi adalah dalam bentuk data diskrit atau unit kuantiti manakala data yang diperolehi oleh sistem analog sentiasa berubah-ubah bacaannya
- ii. Mempunyai kejituan yang lebih tinggi berbanding sistem analog yang mempunyai kejituannya yang lebih rendah
- iii. Paparan di dalam bentuk digital mudah untuk diambil dan tepat bacaannya berbanding paparan dalam bentuk analog di mana kemungkinan besar berlakunya ralat semasa bacaan diambil dari meter analog

## **2.7 LITAR PERSEPADUAN PENGUAT OPERASI**

Peranti yang digunakan di dalam rekabentuk projek ini ialah litar persepaduan penguat operasi LM 358. Beza keupayaan yang terhasil dari elemen kapasitor akan disuapkan kepada penguat operasi untuk menghasilkan isyarat keluaran yang dikehendaki. Oleh yang demikian, penguat operasi adalah sesuai kerana mempunyai ciri-ciri seperti berikut :

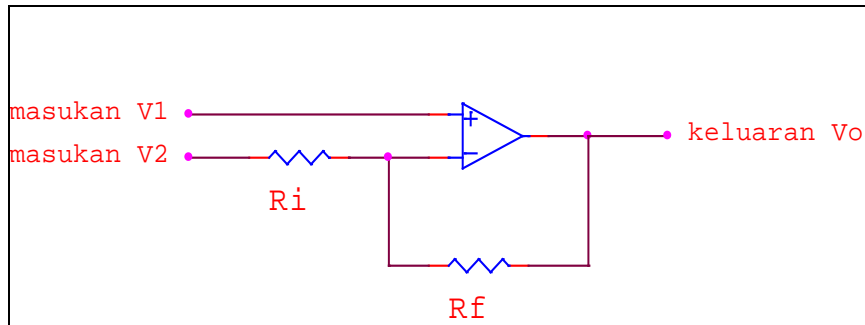
- i. Bunyi rendah
- ii. Impedan masukan yang tinggi
- iii. Ketepatan yang tinggi
- iv. Keuntungan voltan yang tinggi

Peranan penggunaan litar persepaduan penguat operasi dalam rekabentuk projek ini adalah seperti :

- 1) Penguat operasi tidak songsang
- 2) Pembanding gelung terbuka

Kesemua litar di atas akan digunakan untuk pembinaan keseluruhan rekabentuk ini dan fungsi setiap litar akan dibincangkan dengan ringkas selepas ini.

## 2.7.1 PENGUAT OPERASI TIDAK SONGSANG



Rajah 2.4 Penguat operasi tidak songsang

Rajah 2.4 di atas menunjukkan sambungan litar bagi penguat operasi tidak songsang. Sambungan litar tersebut menggunakan dua komponen perintang yang akan bertindak sebagai rintangan masukan dan rintangan suapbalik. Litar tersebut juga merupakan pengganda keuntungan yang stabil. Daripada sambungan litar tersebut, apabila masukan  $V_2$  dibumikan ( $V_2 = 0$ ) maka nilai  $V_0$  merupakan keluaran pembahagian voltan perintang  $R_i$  dan  $R_f$ . Oleh itu, keadaan ini dapat diwakili oleh persamaan 3.2 di bawah :

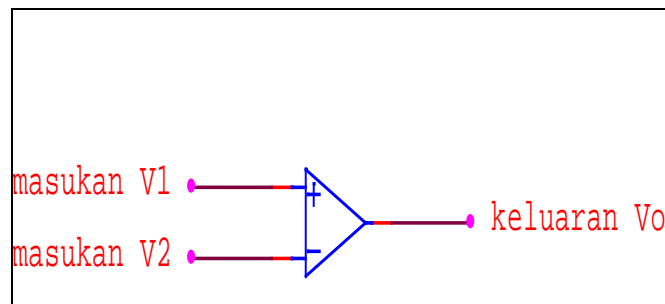
$$V_0 = (1 + R_f / R_i) V_i \quad (2.10)$$

Peranan penguat operasi di dalam rekabentuk projek ini adalah amat penting kerana ia merupakan prinsip kepada konsep litar berikut iaitu :

- i. Konsep litar penguat operasi tidak songsang digunakan sebagai rekabentuk litar untuk pengesanan cas ruang dan badan manusia. Ini adalah kerana litar

ini dapat menghasilkan nilai gandaan yang pelbagai bagi membolehkan pengukuran cas untuk beberapa keadaan dapat dilakukan.

## 2.7.2 PEMBANDING GELUNG TERBUKA



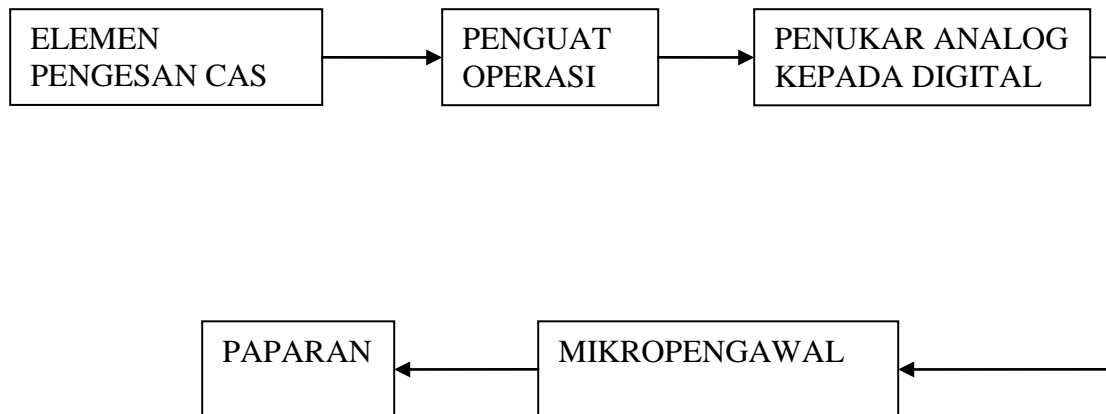
Rajah 2.5 Pembanding gelung terbuka

Rajah 2.5 di atas menunjukkan litar pembanding gelung terbuka yang terdiri daripada penguat operasi. Konsep litar pembanding gelung terbuka menyatakan bahawa sekiranya masukan  $V1 > V2$  maka keluaran  $V_o$  akan menghasilkan  $V_{mak}$  ataupun keadaan tepu berlaku pada keadaan ini. Di samping itu, sekiranya masukan  $V1 < V2$  pula berlaku maka keluaran  $V_o$  akan menghasilkan  $V_{min}$ . Oleh yang demikian, peranan penguat operasi di dalam litar pembanding gelung terbuka adalah berfungsi sebagai pembanding voltan. Konsep litar ini akan digunakan di dalam rekabentuk projek ini sebagai prinsip terhadap elemen pengesanan polariti cas yang diukur.

## BAB 3

### PERLAKSANAAN DAN PEMBINAAN

#### 3.1 KONSEP PENGUKUR CAS BERDIGIT



Rajah 3.1 Konsep Pengukur Cas Berdigit

Dari Rajah 3.1 di atas, rekabentuk Pengukur Cas Berdigit dibina melalui beberapa blok iaitu elemen pengesan cas, penguat operasi, penukar analog kepada digital, mikropengawal dan paparan. Kuantiti cas yang dapat dikesan akan dihantar kepada penguat operasi untuk dikuatkan kepada suatu nilai tertentu yang boleh diukur. Keluaran dari penguat operasi akan dijadikan sebagai isyarat masukan penukar analog kepada digital untuk melakukan proses penukaran. Isyarat analog yang telah ditukar kepada isyarat digital

iaitu 8 bit data digital akan dihantar kepada mikropengawal untuk membolehkan 8 bit data digital tersebut dihantar secara sesiri kepada paparan di mana paparan nilai cas akan dipaparkan melalui skrin komputer.

### **3.2 GAMBARAN KESELURUHAN LITAR**

Rekabentuk Pengukur Cas Berdigit terdiri daripada beberapa bahagian rekabentuk litar yang berlainan dan setiap rekabentuk litar tersebut mempunyai fungsi dan sifat yang tersendiri tetapi saling berhubung di antara satu sama lain bagi membolehkan rekabentuk projek ini dapat beroperasi dengan sempurna. Bahagian-bahagian rekabentuk litar bagi sebuah Pengukur Cas Berdigit adalah seperti berikut :

- i. Bahagian elemen pengesan cas
- ii. Bahagian elemen penumpuan cas
- iii. Bahagian pengukuran cas

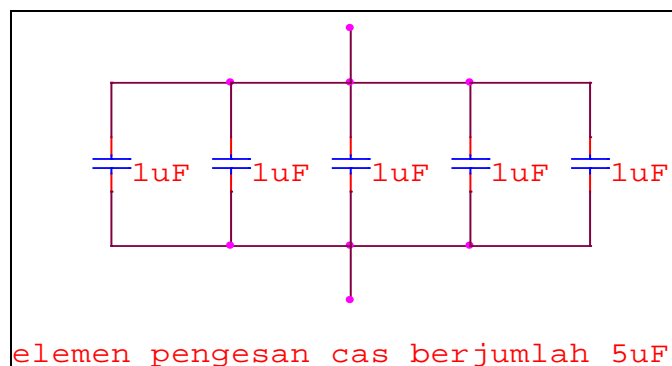
#### **3.2.1 ELEMEN PENGESAN CAS**

Elemen kapasitor digunakan sebagai elemen pengesan cas di dalam rekabentuk projek ini. Elemen kapasitor amat sesuai digunakan kerana ianya merupakan suatu penderia yang sangat peka untuk mengesan cas ruang dan badan manusia. Ketepatan pengukuran cas yang dibuat amat bergantung kepada elemen kapasitor. Oleh yang demikian, pemilihan

elemen kapasitor yang sesuai akan menentukan rekabentuk projek ini dapat membuat pengukuran dengan betul dan tepat.

Sebelum rekabentuk projek ini dijalankan, penyelidikan telah dilakukan ke atas elemen kapasitor bagi memastikan ianya betul-betul sesuai untuk digunakan sebagai elemen pengesan cas. Setelah mengenalpasti sifat dan ciri-ciri bagi kapasitor dari penyelidikan yang telah dibuat, maka keputusan diambil bahawa elemen kapasitor amat sesuai dijadikan sebagai elemen pengesan cas di dalam rekabentuk projek ini. Di samping itu, elemen kapasitor juga mempunyai kestabilan, kesensitifan dan nilai sambutan yang lebih baik berbanding elemen-elemen lain seperti PCB, FR4 dan sebagainya.

Setelah mengetahui elemen yang sesuai untuk digunakan, penentuan nilai dan bilangan elemen yang akan digunakan di dalam rekabentuk projek ini ditentukan. Elemen kapasitor yang bernilai 1 mikro farad telah dipilih dan bilangan yang digunakan adalah sebanyak 5 unit di mana setiap unit akan disambung secara selari. Sambungan elemen kapasitor secara selari yang akan diaplikasikan di dalam rekabentuk projek ini dapat dilihat seperti Rajah 3.2 di bawah :



Rajah 3.2 Sambungan elemen pengesan cas secara selari

Gabungan kapasitor sebanyak lima secara selari akan memberi jumlah kapasitan sebanyak 5 mikro farad ( 5  $\mu\text{F}$  ) dan jumlah ini dijadikan sebagai nilai elemen pengesan cas di dalam rekabentuk projek ini. Seperti yang telah dibincangkan sebelum ini, kesensitifan elemen kapasitor dalam mengesan cas bergantung kepada nilai kapasitan yang digunakan iaitu bilangan kapasitor yang disambung secara selari. Semakin banyak bilangan kapasitor yang disambung secara selari maka semakin sensitif elemen kapasitor tersebut untuk mengesan cas.

### **3.2.2 ELEMEN PENUMPUAN CAS**

Setelah penyelidikan dilakukan ke atas pemilihan elemen yang sesuai untuk dijadikan sebagai elemen penumpuan cas dan setelah mengetahui sifat-sifat antenna maka satu penyelesaian dapat diperoleh bahawa antenna merupakan suatu elemen yang amat sesuai digunakan di dalam rekabentuk projek ini sebagai elemen penumpuan cas. Di dalam rekabentuk projek ini, antenna akan disambung kepada plat kapasitor iaitu elemen pengesan cas dan sambungan ini dapat dilihat seperti Rajah 4.2 di sebelah :