



**UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA
MELAKA**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING

**BEKU 4983
FINAL YEAR PROJECT**

PENGAWAL PENGESAN TITIK KUASA MAKSIMUM (MPPT)

NAME

NORSARINASARI BINTI MD ISA

B010810250

SUPERVISOR

EN. ZULKIFLI BIN RAMLI

PANEL

EN. AZHAR BIN AHMAD,
EN MOHAMAD NA'IM BIN MOHD NASIR

PANGAKUAN PENYELIA

“ Saya di sini mengesahkan bahawa saya telah membaca keseluruhan laporan ini yang “Pengawal Pengesan Titik Kuasa Maksimum Fotovoltaik” dan mendapati bahawa ianya telah mematuhi sebahagian pelaksanaan untuk penganugerahan Ijazah Sarjana Muda kejuruteraan Elektrik (Elektronik Kuasa dan Pemacu).”

Tandatangan :

Nama pensyarah : MR. ZULKIFLI BIN RAMLI

Tarikh :

**PENGAWAL PENGESAN TITIK KUASA MAKSIMUM (MPPT)
FOTOVOLTAIK**

**Diserahkan oleh:
NORSARINASARI BINTI MD ISA
B010810250**

**Laporan ini diserahkan dengan sebahagian pelaksanaan syarat bagi Ijazah Sarjana
Muda Kejuruteraan Elektrik (Elektronik Kuasa)**

**Fakulti Kejuruteraan Elektrik
UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA**

JUNE 2012

PENGAKUAN PELAJAR

Saya mengaku bahawa laporan ini yang bertajuk “Pengawal Pengesan Titik Kuasa Maksimum (MPPT) Fotovoltaik” adalah hasil daripada penyelidikan sendiri melainkan rujukan yang telah dinyatakan. Laporan ini belum diterima oleh mana-mana ijazah dan tidak diserahkan kepada mana-mana calon ijazah yang lain.

Tandatangan :

Nama : NORSARINASARI BINTI MD ISA

Tarikh :

Kepada ibu dan bapa yang tersayang

PENGHARGAAN

Pertamanya, syukur ke hadrat Illahi kerana memberi peluang untuk menyelesaikan Projek Sarjana Muda 2 ini. Saya ingin menggunakan kesempatan ini untuk berterima kasih kepada penyelia projek yang amat berdedikasi iaitu En. Zulkifli Bin Ramli kerana membimbing saya menyelesaikan projek ini dengan berkongsi ideanya yang bernas dan kemahirannya yang amat berguna. Tidak dilupakan juga kepada pensyarah-pensyarah lain yang telah meluangkan masa mereka untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan projek ini.

Terima kasih juga diucapkan kepada rakan-rakan di bawah bimbingan En. Zulkifli kerana menyokong dan memberi ilmu pengetahuan untuk mencapai objektif projek ini. Selain daripada itu, terima kasih juga untuk rakan-rakan seperjuangan lain yang seikhlasnya menyumbangkan pendapat dan pengajaran sepanjang tempoh penyelesaian projek ini.

Akhir sekali, terima kasih diucapkan kepada ibu bapa juga adik beradik kerana memberi semangat dan sokongan semasa tempoh ini. Saya amat menghargai semua kerjasama yang telah diberikan. Sekali lagi, terima kasih diucapkan.

ABSTRACT

Maximum Power Point Tracking referred as MPPT is an electronic system that allows the Photovoltaic (PV) modules to produce all the power they are capable of. It varies the electrical operating point of the modules so that the modules are able to deliver maximum available power. Additional power harvested from the modules is available for battery increment charge current. Boost converter (DC/DC converter) is used to track the possible maximum output power and simultaneously controls the charging process of battery. DC/DC converter is controlled by a microcontroller. 8-bit Microcontroller application was used to detect the maximum power point in order to trigger the signal on converter switching. Microcontroller calculates the power from panel and battery current and voltage then sending the control signal to the converter to operate.

ABSTRAK

Pengesanan titik maksimum kuasa atau lebih dikenali sebagai MPPT adalah satu sistem elektronik yang membenarkan modul PV untuk menghasilkan seberapa banyak kuasa yang boleh dihasilkan. Modul PV mempelbagaikan nilai titik operasinya supaya dapat menerima kuasa yang maksimum. Hasil kuasa tambahan daripada modul PV digunakan untuk proses mengecas bateri. Penukar DC/DC Boost pula digunakan untuk mengesan output kuasa dan sekali gus mengawal proses pengecasan bateri. Penukar DC/DC dikawal oleh mikrocontroller. Aplikasi mikrocontroller 8-bit digunakan untuk mengesan titik kuasa maksimum untuk member isyarat kepada pensuisan penukar DC/DC. Microcontroller akan mengira nilai kuasa yang terhasil daripada panel dan juga nilai voltan serta arus pada bateri dan kemudiannya menghantar isyarat kawalan kepada penukar untuk beroperasi.

ISI KANDUNGAN

BAB SURAT	TAJUK	MUKA
	PENGHARGAAN	i
	ABSTRAK	ii
	ISI KANDUNGAN	iv
	SENARAI GAMBARAJAH	vi
	SENARAI APPENDIKS	viii
1	Pengenalan	
	1.1. GAMBARAN KESELURUHAN PROJEK	1
	1.2. PERNYATAAN MASALAH	2
	1.3. OBJEKTIF	3
	1.4. SKOP	3
2	ULASAN LITERATUR	
	2.1. DEFINISI MPPT	4
	2.2. PENGENDALIAN MPPT	5
	2.3. PENGECASAN BATERI	6
	2.4. CIRI-CIRI VOLTAN-ARUS (V-I)	8
	2.5. DESKRIPSI PENGUBAH BOOST	11
	2.6. PENGAWAL MIKRO MCBXC866	14
3	METODOLOGI	
	3.1. DESKRIPSI METODOLOGI	17

	3.2. CARTA ALIR PROJEK	19
4	4.1. KEPUTUSAN	
	4.1.1. REKA BENTUK LITAR PENGUBAH BOOST	20
	4.1.2. MEREKA BENTUK LITAR PENGAWAL	21
	4.1.3. REKA BENTUK KESELURUHAN LITAR 22 PENGAWAL PV MPPT	
	4.1.4. MEMBINA LITAR MENGGUNAKAN ORCAD VERSI 9.1	23
	4.1.5 MEMBINA PROTOTAIP MPPT	24
	4.1.6 BENTUK GELOMBANG OUTPUT DARIPADA HCPL 3180	26
	4.1.7 KENAIKAN NILAI VOLTAN APABILA MOSFET DIPICU DENGAN GELOMBANG EMPAT SEGI	27
	4.1.8 PENGUJIAN LITAR SG3526	28
	4.2. PERBINCANGAN	30
	4.3 ANALISIS	
	4.3.1 LITAR PENGUBAH BOOST	33
	4.3.2 LITAR PENGAWAL	34
	4.3.3 PROTOTAIP MPPT	36
	4.3.4 PENGENDALIAN PENGAWAL MIKRO MCB-XC866	40
5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	43
	RUJUKAN	44
	APPENDIK	46

SENARAI GAMBARAJAH

GAMBAR SURAT	TAJUK	MUKA
2.1	PENGAWAL MPPT	4
2.3	LENGKUNGAN V-A	6
2.3.1	KUASA YANG DITERIMA PADA MODUL PV VS VOLTAN	7
2.3.2	CIRI-CIRI V-I VS KUASA	8
2.3.3	CIRI-CIRI V-I VS SINARAN MATAHARI	9
2.3.4	V-I PADA PANEL SOLAR VS SUHU	10
2.3.5	PENGUBAH BOOST	12
2.3.6	CIRI-CIRI V-I PANEL SOLAR VS KUASA	12
2.3.7	LALUAN ARUS SEMASA SUIS TERTUTUP	13
2.3.8	LALUAN ARUS KETIKA SUIS TERBUKA	13
2.6	FUNGSI UNIT BAGI XC866	14
2.6.1	BLOK DIAGRAM XC866	15
2.6.2	KONFIGURASI PIN XC866	16
3.2	CARTA ALIR PROJEK	19
4.1	PENGUBAH BOOST	20
4.1.2 (a)	LITAR PENGAWAL	21
4.1.2 (b)	SAMBUNGAN PIN SG3526	21
4.1.3	RAJAH KESELURUHAN LITAR	22
4.1.4	SUSUN ATUR PCB UNTUK	23

	PV MPPT	
4.1.5	PROTOTAIP MPPT	24
4.1.6	PENJANA FUNGSI	26
4.1.6.1	GELOMBANG EMPAT SEGI	26
4.1.7 (a)	BEKALAN VOLTAN INPUT 12V	27
4.1.7 (b)	VOLTAN OUTPUT PENGUBAH BOOST	27
4.1.8 (a)	GELOMBANG SAWTOOTH	28
4.1.8 (b)	GELOMBANG PWM	29
4.1.9 (a)	PENGAWAL MIKRO MCB-XC866 30	
4.1.9 (b)	BACAAN VOLTAN, ARUS DAN KUASA PADA HYPERTERMINAL	31
4.1.9 (c)	GELOMBANG EMPAT SEGI PADA PORT 3	31
4.3.1	LITAR PENGUBAH NAIK BOOST33	
4.3.2	LITAR PENGAWAL	34
4.3.2.1	BLOK PERWAKILAN SG3526	35
4.3.3	HCPL 3180	37
4.3.3.1	MOSFET IRF730	38
4.3.3.2	DIODE PEMULIHAN PANTAS	38
4.3.4 (a)	BLOK DIAGRAM CCU6	40
4.3.4 (b)	BLOK DIAGRAM MODUL ADC	41

SENARAI APPENDIK

APPENDIK	TAJUK
A	MIRF730
B	SG3526
C	ETD34
D	PENGATURCARAAN C PADA PERISIAN KEIL
E	MCB XC866

BAB 1

Pengenalan

1.1 GAMBARAN KESELURUHAN PROJEK

Sistem fotovoltaik telah diaplikasikan secara meluas dalam beberapa dekad ini. Pengawal pengesanan titik kuasa maksimum (MPPT) adalah salah satu teknologi terbaru dalam industri fotovoltaik solar. MPPT adalah sejenis pengubah DC-DC elektronik yang mampu mengoptimumkan jumlah kuasa yang diperoleh dari modul PV dan menyesuaikan dengan kuasa pada bateri. Pengawal MPPT menukar kuasa yang diperoleh daripada panel solar kepada voltan yang optimum untuk mengecas bateri.

Dengan menggunakan pengawal MPPT, voltan yang berlebihan akan ditukar kepada arus yang akan menghasilkan kuasa yang lebih pada bateri. Kuasa yang diterima oleh system PV bergantung kepada sinaran, suhu dan nilai arus yang dikeluarkan daripada sel. Pengawal solar MPPT membenarkan pengguna untuk menggunakan modul PV dengan voltan output yang tinggi berbanding voltan yang beroperasi pada bateri.

Pengawal solar MPPT mengurangkan kerumitan system di mana output system ini mempunyai keberkesanan yang tinggi. Ianya boleh diaplikasikan untuk sumber pembaharuan yang lain seperti turbin air dan turbin kuasa angin. Pada cuaca sejuk, panel solar akan berfungsi dengan lebih baik pada mana cahaya matahari adalah rendah dan bateri perlu dicas semula dengan banyak. Semakin rendah aras cas pada bateri, semakin besar nilai arus yang perlu dibekalkan oleh MPPT.

1.2 PERNYATAAN MASALAH

Tujuan pengawal pengesanan titik kuasa maksimum adalah untuk mengekstrak kuasa tersedia yang maksimum daripada sel solar modul PV. Masalah yang dihadapi oleh pengawal cas konvensional ialah voltan operasi yang tidak ideal bagi modul PV untuk menghasilkan kuasa yang maksimum kerana ia disambungkan secara terus kepada bateri di mana ia akan memaksa modul untuk beroperasi dengan nilai voltan pada bateri. Cara ini akan menghalang modul untuk mendapat kuasa yang maksimum. Selain itu, pengehadan kuasa dan kekurangan penghasilan kuasa daripada modul PV menjadi salah satu daripada masalah pengawal konvensional. Jadi, MPPT telah dikemukakan dengan menggunakan teknik PWM untuk mengawal output kuasa daripada pengubah naik (Boost Converter) pada nilai maksimumnya dan secara berterusan mengawal proses mengecas bateri.

1.3 OBJEKTIF

Objektif untuk projek MPPT ini adalah seperti berikut:

- 1) Untuk menghasilkan prototaip bagi pengawal pengesanan titik kuasa maksimum
- 2) Untuk menentukan kuasa operasi maksimum system PV dengan menggunakan MPPT
- 3) Untuk membuat pemerhatian terhadap proses mengecas bateri

1.4 SKOP

Pernyataan-pernyataan berikut menerangkan skop projek ini:

- 1) Untuk menghasilkan prototaip MPPT dengan menggunakan pengubah naik (Boost Converter) untuk mendapatkan kuasa operasi maksimum dalam system
- 2) Untuk mengawal output kuasa pengubah naik DC-DC dengan menggunakan aplikasi 8-bit microcontroller untuk mencetuskan isyarat pada pensuisan pengubah
- 3) Untuk mengawal proses mengecas bateri dengan menggunakan mikrocontroller

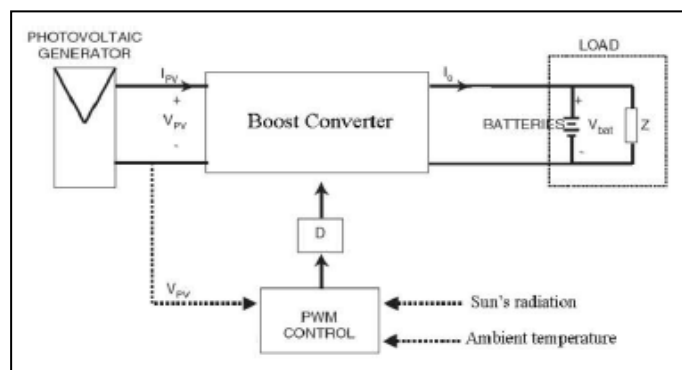
BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 DEFINISI PENGAWAL PENGESAN TITIK KUASA MAKSIMUM (MPPT)

Pengawal pengesan titik kuasa maksimum (MPPT) adalah sejenis sistem elektronik yang membolehkan PV module menghasilkan kuasa semaksimum yang boleh. MPPT ialah sepenuhnya system elektronik yang mempelbagaikan titik operasi elektrik modul PV untuk menerima kuasa tersedia yang maximum. Kuasa tambahan yang terbuang daripada modul PV meningkatkan nilai cas arus pada bateri. MPPT secara asasnya mampu untuk menukarkan voltan yang berlebihan kepada nilai arus.

Secara lazimnya, pengawal MPPT merangkumi pengubah naik DC-DC (Boost) dan microcontroller. Titik kuasa maksimum pada PV modul boleh dikesan oleh microcontroller yang dikawal dengan algorithm MPPT. Apabila titik kuasa maksimum diperoleh, isyarat pemicu dengan kitar tugas yang spesifik dihasilkan dan digunakan untuk memicu suis pada pengubah naik (Boost) to memastikan pengubah beroperasi menghampiri titik kuasa maksimum pada modul PV.



Rajah 2.1: Pengawal MPPT

2.2 PENGENDALIAN MPPT

Keberkesanan modul PV adalah sangat rendah dan output kuasa bergantung pada aras pancaran solar dan suhu sekeliling, jadi, kuasa output yang maksimum dengan keberkesanan yang tinggi adalah ciri yang sangat istimewa. Tambahan lagi, kehilangan kuasa yang sangat besar adalah berikutan daripada ketidaksepadanan antara sumber elektrik dengan beban. Jadi, untuk mengekstrak kuasa maksimum daripada solar panel, MPPT perlu dicipta. Pengawal yang dicadangkan menggunakan teknik PWM untuk mengawal kuasa output pengubah naik DC-DC pada nilai titik maksimum yang wajar dan secara berterusan mengawal proses mengecas bateri.

Titik kuasa maksimum daripada modul PV boleh dikesan oleh microcontroller. Apabila titik kuasa maksimum diperolehi, isyarat pemicu dengan kitar tugas yang spesifik akan dihasilkan dan digunakan untuk memicu suis pengubah naik (Boost) untuk memastikan pengubah beroperasi menghampiri titik kuasa pada modul PV. Pengubah naik boost terletak di antara modul PV dan beban. Secara lazimnya, pengubah naik boost adalah sejenis pengubah kuasa dengan voltan output DC lebih besar berbanding dengan voltan input. Ianya merupakan kelas bagi bekalan kuasa jenis keadaan pensuisan yang mengandungi sekurang-kurangnya dua suis semikonduktor, diode, transistor dan sekurang-kurangnya satu elemen penyimpan tenaga. Penapis diperbuat daripada gabungan kapasitor dan inductor yang kebiasaannya ditambah kepada output pengubah untuk mengurangkan riak pada voltan output.[3].

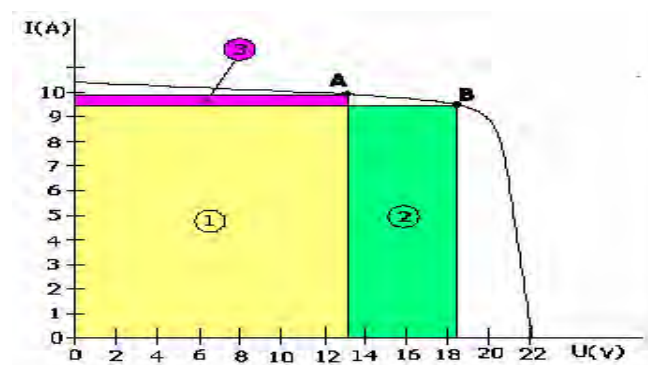
Tujuan MPPT adalah untuk menentukan di mana titik kuasa tersebut dan mengawal jumlah arus. Kesan usia dan factor luaran seperti suhu panel membuatkan pengesanan titik kuasa maksimum lebih mencabar. Walaubagaimanapun, perubahan yang cepat pada pancaran atau suhu menyebabkan pertambahan local maksima. [8].

2.3 PENGECASAN BATERI

Dalam pengurusan pengecasan bateri, strategi pengecasan yang optimum adalah sangat penting. Pengawal cas menggabungkan pengecasan MPPT dan pengecasan arus meningkatkan kelajuan cas, meningkatkan aras cas. Keberkesanan cara untuk menentukan hayat pengecasan mencegah pengecasan bateri yang berlebihan dan memanjangkan hayat bateri.[4]

Pengawal solar MPPT mengurangkan kerumitan dalam system sementara output pada system mempunyai keberkesanan yang tinggi. Ianya boleh diaplikasikan untuk sumber pembaharuan yang lain seperti turbin air yang kecil dan turbin kuasa angin. Pada cuaca sejuk, panel solar berfungsi dengan lebih baik dalam cahaya matahari yang rendah dsan bateri perlu dicas semule dengan banyak. Semakin rendah cas dalam bateri, semakin besar jumlah arus yang dibekalkan oleh MPPT kepadanya [5]

Dalam sebarang aplikasi yang mana modul PV sebagai sumber tenaga, MPPT digunakan untuk mengesan variasi dalam cirri-ciri arus-voltan pada sel solare yang ditunjukkan dalam lengkungan I-V. MPPT diperlukan untuk sebarang system kuasa solar dan perlu mengekstrak kuasa maksimum daripada modul PV. Rajah 1 menunjukkan lengkungan I-V system cas solar untuk bateri 12V. untuk pengawal cas yang normal, panel solar berfungsi pada aras titik A, voltan panel solar sedikit tinggi daripada voltan pada bateri. [6]

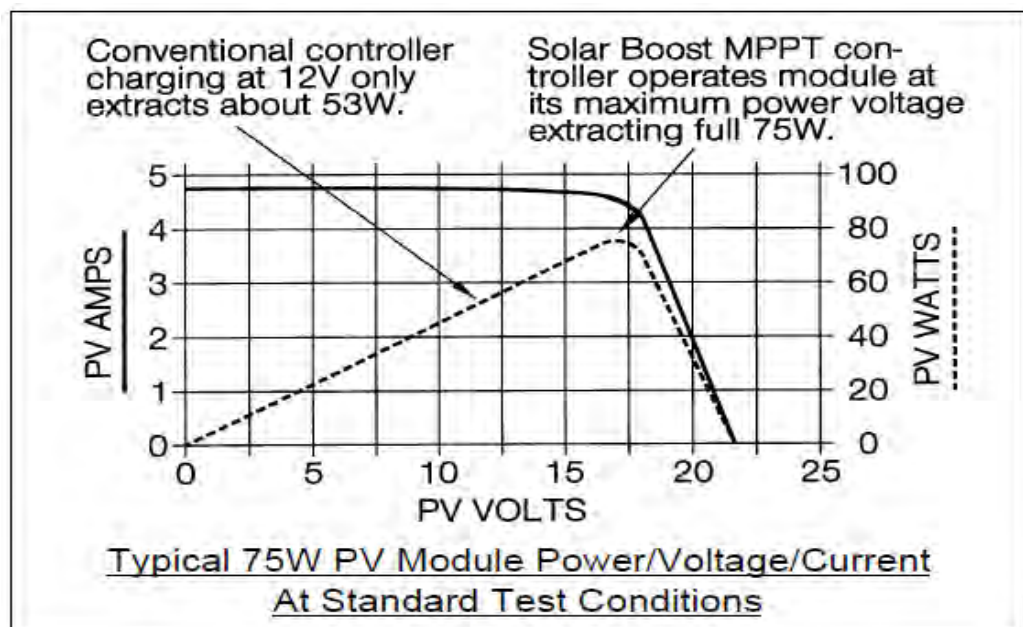


Rajah 2.3: Lengkuangan V-A

Pada kebiasaannya, beban pada bateri memerlukan voltan yang malar yang mana tidak bersesuaian dengan titik kuasa maksimum voltan pada modul PV. Fungsi utama MPPT adalah untuk mengubahsuai voltan input supaya ia sepadan dengan voltan di mana panel menerima kuasa yang maksimum. [7]

Panel solar boleh menerima voltan yang lebih daripada yang diperlukan untuk mengecas bateri. Dengan menukar voltan yang berlebihan kepada nilai arus, cas voltan boleh disimpan pada aras yang optimum sementara masa yang diperlukan untuk sepenuhnya cas dapat dikurangkan. Ini membenarkan system kuasa solar beroperasi secara optimum sepanjang masa.[9]

Apabila pengawal yang biasa mengecas bateri yang tiada cas, ianya secara mudah disambungkan kepada modul secara terus kepada bateri. Ini memaksa modul tersebut beroperasi pada voltan seperti bateri, pada kebiasaannya bukanlah voltan operasi yang ideal di mana modul mampu untuk menghasilkan kuasa maksimum yang tersedia. [1]



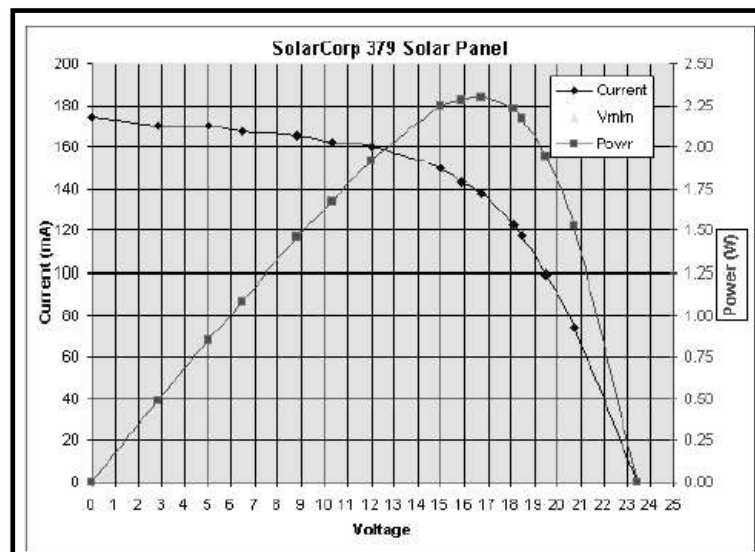
Rajah 2.3.1: Kuasa yang diterima pada modul PV vs voltan

Suhu member kesan pada ciri-ciri pengecasan bateri, jadi, beberapa pengawal cas secara automatic mengubahsuai titik tetap untuk menggantikan factor ini. Apabila suhu bateri rendah, suhu gentian meningkatkan titik tetap kawalan voltan untuk membenarkan bateri mencapai aras gas yang sederhana dan sepenuhnya dicas. Apabila suhu bateri tinggi, titik kuasa kawalan voltan direndahkan untuk menurunkan cas yang berlebihan dan kehilangan elektrolit. Pengawal cas menggunakan pengesanan untuk mengira suhu [10]

Fungsi terakhir bagi pengawal cas solar moden ini adalah untuk menghalang aliran arus berbalik. Pada waktu malam, apabila panel solar tidak menghasilkan arus elektrik, arus elektrik sebenarnya mengalir ke belakang daripada bateri melalui panel solar, melimpahi bateri. Pengawal cas boleh mengesan apabila ketiadaan tenaga yang datang daripada panel solar dan membuka litar, memutuskan panel solar daripada bateri dan menghentikan aliran arus berbalik.[9]

2.4 CIRI-CIRI VOLTAN-ARUS (V-I)

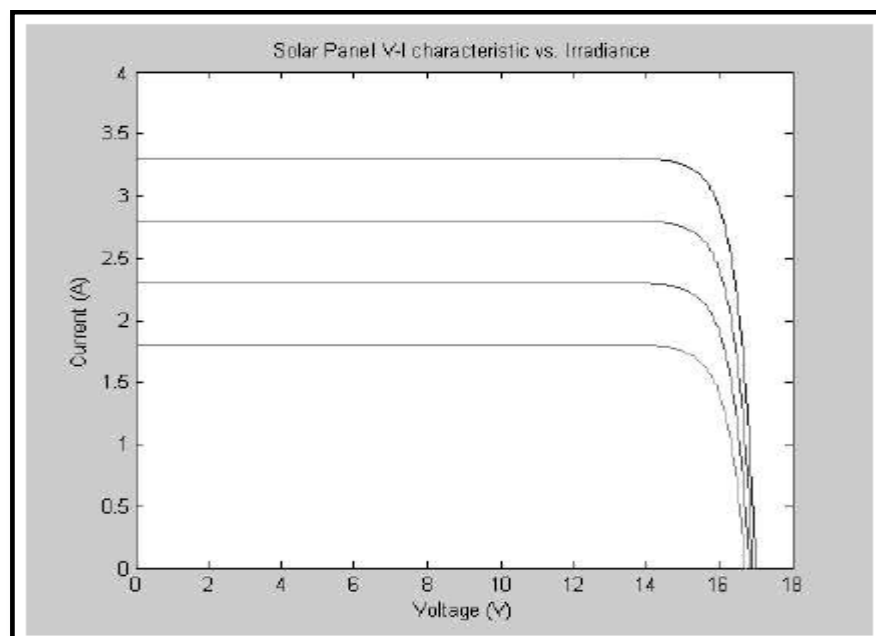
Pengekstrakan amaun kuasa maksimum daripada panel solar adalah sukar berikutan oleh ciri-ciri V-I yang tidak linear.



Rajah 2.3.2: Ciri-ciri VI vs kuasa

Garisan biru pada rajah di atas adalah ciri-ciri V-I yang sebenar dan garisan merah jambu merujuk kepada fungsi voltan ($P=VI$). Dapat dilihat bahawa hubungan antara voltan dan arus adalah tidak linear, menyebabkan kesukaran untuk menentukan titik kuasa maksimum. Titik kuasa maksimum pada lengkungan linear terjadi pada titik tengah V-I. Walaubagaimanapun, dalam kes hubungan yang tidak ideal, penentuan nilai kuasa adalah dengan mengira nilai voltan dan arus. Untuk mendapatkan kuasa maksimum daripada panel solar, panel solar mestilah selalu beroperasi pada atau menghampiri di mana lengkungan pada titik puncaknya yang maksimum. Walaupun begitu, titik operasi akan sentiasa berubah bergantung kepada perubahan keadaan persekitaran. Sebenarnya, suhu dan factor-faktor lain seperti sinaran matahari mengubah ciri-ciri V-I dan akan mengubah titik operasi yang akan membenarkan pemerolehan kuasa maksimum.

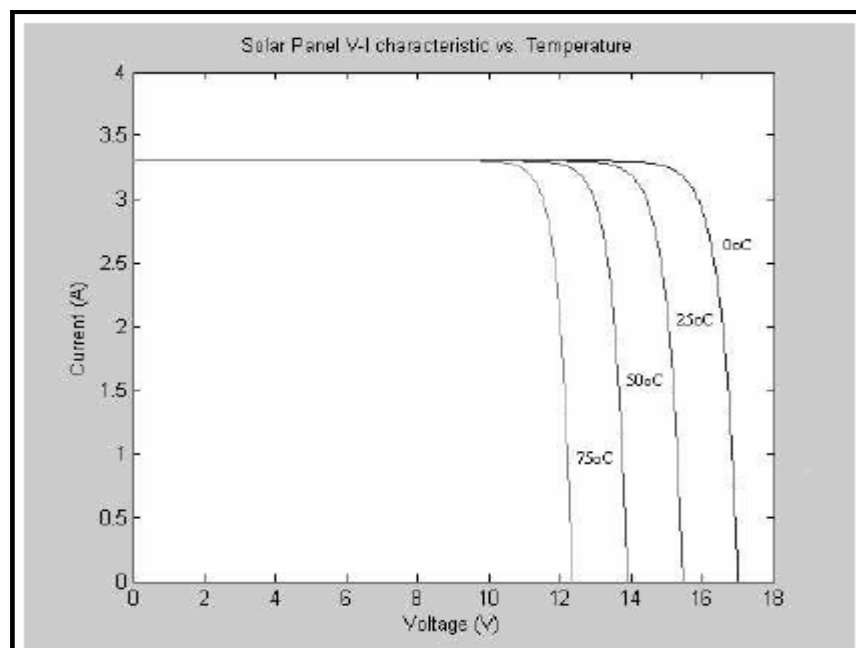
Sinaran matahari adalah satu ciri yang membabitkan amaun tenaga suria. Sinaran matahari yang sampai kepada tanah dalam keadaan yang ideal ialah 1000W/m^2 . Walaubagaimanapun, nilai ini bergantung kepada di mana lokasi geografinya, sudut lokasi matahari, jumlah jerebu atau awan menghalang tenaga suria daripada sampai ke tanah. Memandangkan panel solar berkait rapat dengan pancaran matahari, outputnya dipengaruhi oleh perubahan sinar. Rajah di bawah menunjukkan kesan sinar pada panel solar.



Rajah 2.3.3: Ciri-ciri V-I melawan sinaran matahari

Daripada rajah di atas, sinaran yang rendah ataupun kecerahan yang rendah memberikan output yang menurun. Walaubagaimanapun, hanya arus output yang benar-benar dipengaruhi oleh perubahan sinaran matahari. Ia adalah merujuk kepada arus yang terhasil berkadar terus dengan fluks pada photon. Sekiranya cahaya kurang atau cahaya yang lemah memancar pada panel solar, fluks photon akan menurun dibandingkan dengan cahaya matahari yang tinggi akan menghasilkan arus yang menurun. Nilai voltan dipengaruhi oleh perubahan sinaran. Sebenarnya, perubahan adalah sangat kecil dan perubahan voltan dianggap diabaikan dalam kebanyakan aplikasi praktikal. Voltan litar terbuka adalah titik apabila tiada pengaliran arus. Hasilnya, voltan adalah bebas oleh perubahan fluks photon menghasilkan perubahan yang sangat kecil dalam voltan litar terbuka. Voltan litar terbuka bergantung secara logaritmanya kepada sinaran. Sinaran adalah factor yang sangat penting dalam menduga ciri-ciri V-I pada panel solar, malahan suhu juga memainkan peranan yang penting dalam penentuan ciri-ciri V-I.

Suhu pada panel solar memainkan peranan penting dalam menentukan output dari panel solar.



Rajah 2.3.4: V-I pada panel solar melawan suhu