

Penggunaan Indikator Temperatur untuk Pengontrolan Charging Battery pada Payload Satelit

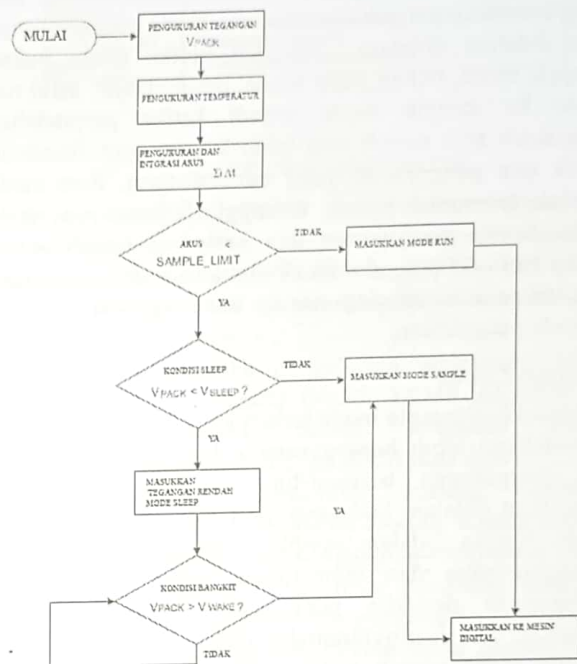
Sofian Rizal
Pustek Elegan LAPAN

Abstrak -- PENGGUNAAN INDIKATOR TEMPERATURE UNTUK PENGONTROLAN CHARGING BATTERY PADA PAYLOAD SATELIT. IC PS402 merupakan battery charger yang berhubungan dengan temperatur sensor. Dimana mempunyai kontrol algoritma dan 12Kbytes OTP EPROM. IC PS402 memuat 15 bit A/D dan rangkaian signal mixer. EEPROM disediakan untuk penyimpanan program yang biasa dipergunakan user dan disediakan pula parameter battery terutama untuk battery jenis nickel.

Kata kunci: pengukuran temperature, temperature EOC, PS402, OTP EPROM, SOC.

Abstract – TEMPERATURE INDICATOR APPLICATION TO CONTROL BATTERY CHARGING AT SATELLITE PAYLOAD. IC PS402 constitute battery charger with respect to sensor temperature. It has Which have control algorithm and 12 Kbytes OTP EPROM IC PS402 INCLUDE 15 bit A/D and set signal mixer. An EEPROM is available for storing program and usually be used to by user and an battery parameter is available particularly for kind of battery nickel type.

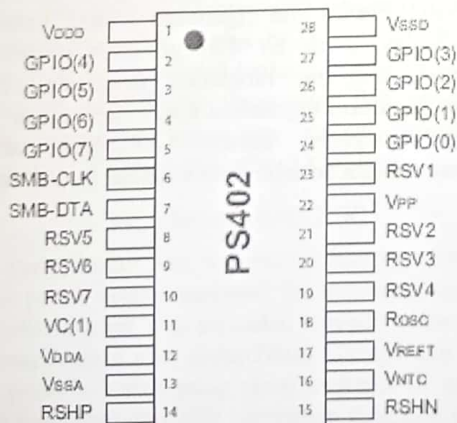
Keywords: temperature measurement, temperature EOC, PS402, OTP EPROM, SOC.



Gambar 2: Sistem operasi PS402-01XX

I. PENDAHULUAN

IC PS402 merupakan IC yang digunakan sebagai IC yang digunakan sebagai battery charger yang dilengkapi sensor temperature internal. Diagram pin dan fungsi dari pin-pin dari IC PS402 dapat dilihat pada gambar 1 dan table 1. IC PS402 beroperasi didalam siklus kontinu seperti ditunjukkan oleh gambar 2



Gambar 1. Diagram pin IC PS402

TABEL 1. DESKRIPSI FUNGSI PS402

Pin	Name	Description
1	VDD0	(Input)
2	GPIO(4)	Input/Output
3	GPIO(5)	Input/Output
4	GPIO(6)	Input/Output
5	GPIO(7)	Input/Output
6	SMB-CLK	Clock
7	SMB-DTA	Data
8	RSV5	ground
9	RSV6	ground
10	RSV7	ground
11	VC(1)	(Input)
12	VDDA	(Input)
13	VSSA	ground
14	RSHP	(Input)
15	RSHN	(Input)
16	VNTC	(Input)
17	VREFT	(Output)
18	ROSC	External bias resistor
19	RSV4	ground
20	RSV3	ground
21	RSV2	VDD0
22	VFP	(Input)
23	RSV1	VDD0
24	GPIO(0)	Input/Output pin
25	GPIO(1)	Input/Output pin
26	GPIO(2)	Input/Output pin
27	GPIO(3)	Input/Output pin
28	VSSD	ground

Siklus frekuensi tergantung dari power mode yang dipilih. Terdapat 3 power mode yaitu run, power, dan sleep yang akan dijelaskan satu persatu dibawah ini.

A. Run mode

Run mode atau sample mode tergantung dari besarnya arus. Run dan sample mode entry-exit threshold dikalkulasi menggunakan EEPRFM data value dan rumus

$$\pm X \text{ mA Sample limit} \times \text{CFCCurr}/16384$$

Sample Limit adalah programmable EEPROM value dan CFCCur adalah EEPROM value set untuk kalibrasi. Masukan run mode terjadi ketika arus lebih kurang mA yang berurutan pengukurannya. run mode pengeluarannya bisa didalam didalam sampled mode. tetapi bukan sample mode. bukan sleep mode. perpindahan dsrai run mode ke sample mode terjadi ketika perpindahan pengukur arus terjadi arus lebih kurang mA threshold untuk dua pengukuran yang berturut-turut. Run mode adalah konsumsi power tertinggi. Selama run mode maka semua pengukuran dan kalkulasi terjadi sekali setiap periode pengukuran. Pengukuran arus, tegangan dan temperature masing-masing terangkai selama setiap periode pengukuran.

B. Sample mode

Masukkan sample mode terjadi ketika pengukuran arus dipindahkan lebih kurang sample limit (EE parameter) dua pengukuran berturut-turut. Sample mode bisa dihasilkan didalam keduanya yaitu run mode atau sleep mode. Ketika didalam sample mode maka pengukuran tegangan, arus dan temperature terjadi sekali setiap perhitungan perioder pengukuran NSample dimana NSample adalah programmable EEPROM value. Tujuan sample mode adalah menguraikan power consumption selama periode tidak aktif (nilai rendah (low rate) charge atau discharge.

C. Sleep mode

Masukkan sleep mode terjadi ketika masukan pengukuran tegangan VC(1) dibawah preset limit set dengan EEPROM value sleepVPack (in mV). Jika pengukuran tegangan input VC(1) dibawah sleepVPack threshold tetapi pengukuran arus diatas Sample mode threshold dimana mempertahankan run mode, maka sleep mode tidak dimasukkan. Sleep mode hanya bisa dimasukkan dari sample mode. Ketika didalam sleep mode maka tidak ada pengukuran yang terjadi dan tidak ada kalkulasi yang dibuat. Display ukuran bahan bakar tidak beroperasi. Sleep mode adalah salah satu power consumption yang paling rendah. Ketika didalam sleep mode (yaitu dua masukan tegangan rendah dan sample

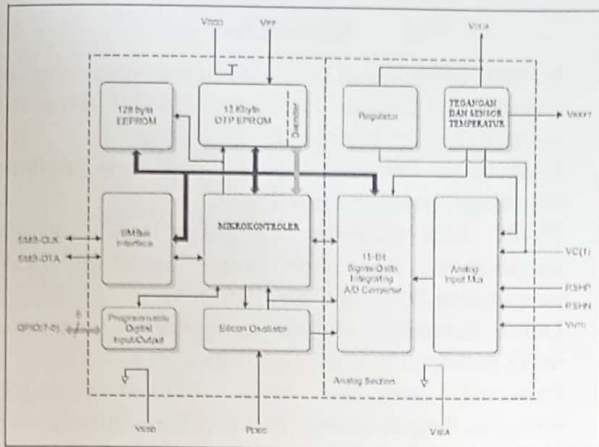
mode) maka terdapat empat metode untuk membangkitkan. Yaitu tingkat tegangan, tingkat arus, SMBus activity dan I/O pin activity. Tabel 1 mengindikasikan setting yang sesuai.

TABEL 2 PEMBANGKIT

Bit	NAMA	FUNGSI
6	WakeIO	PEMBANGKIT I/O
5	WakeBus	PEMBANGKIT SMBus
4	WakeCurr	PEMBANGKIT ARUS
3	WakeVolt	PEMBANGKIT TEGANGAN
2:0	WakeLevel	PEMBANGKIT TEGANGAN

II. DASAR TEORI

Gambar 3 merupakan blok diagram PS402. Di blok diagram itu terlihat 8 bit low power mikrokontroler, memori 12 Kbytes OTP EPROM untuk program atau data storage dan 128 bytes EEPROM untuk parameter storage. IC melakukan pengukuran tegangan, arus, dan temperature dengan keakuratan 15 bit integrating sigma delta converter A/D. A/D bisa dikalibrasi untuk meminimalkan error gain dan offset dan melakukan auto-offset auto-zero ketika aplikasi system selesai. Di dalam 12 Kbytes OTP EPROM terdapat battery management yang terdiri dari algoritma dan 3 dimensi model cell yang memuat 359 parameter dan pengganti self discharge. Keakuratan kapasitas battery dan time-prediction bisa dicapai dengan error 1%. One time programmable (OTP) bisa di upgrade dengan cepat. Komunikasi dengan host sesuai standar industry smart battery system (SBS). Disediakan komunikasi SMBus yang sesuai dengan SMBus v1.1, Packet Error Checking (PEC) dan koreksi protokol CRC-8. PS402 mempunyai osilator RC yang menyediakan akurasi timing untuk self-discharge dan kalkulasi kapasitas, juga meminimalkan kebutuhan Kristal eksternal. Temperatur sensor digunakan untuk meminimalkan jumlah komponen dimana disediakan komponen thermistor eksternal untuk memonitor battery cell. Delapan programmable digital input/output terdapat pada PS402. Pin ini bisa digunakan sebagai output LED untuk display State Of Charge (SOC) atau untuk mengontrol langsung rangkaian pengisian eksternal. Selain itu juga bisa digunakan untuk menambah monitor keamanan pengisian battery. Alternatif lain bisa digunakan sebagai sebagai tujuan umum input/output.



Gambar 3: Blok diagram PS402.

III. OPERASI A/D

PS402 A/D converter mengukur arus, tegangan, temperatur dan arus yang melebihi waktu pengukuran *State Of Charge* (SOC). Semua tegangan dimonitor dan dikalibrasi. Dengan menggunakan eksternal resistor maka arus dimonitor selama dan sebelum pengisian. Osilator digunakan sebagai *time base*. Temperatur diukur dari sensor temperatur sebagai pilihan thermistor eksternal. Arus dan temperatur juga dikalibrasi untuk keakuratan.

A/D menerima input dari sensor temperatur internal untuk mengukur temperatur. Sebagai pilihan thermistor eksternal bisa dihubungkan ke pin V_{NTC} yang memonitor A/D converter. *Output voltage* yang menggunakan output thermistor eksternal disediakan oleh pin V_{REFT} . A/D menggunakan 11 bit *resolution mode* untuk pengukuran temperatur. Peralatan standar $10K\Omega : 25^{\circ}C$ *Negative Temperature Coefficient* (NTC) tipe 103ETB menyokong thermistor eksternal. Salah satu tangkai Ntc dihubungkan ke pin V_{REFT} dan pin yang lain dihubungkan ke pin V_{NTC} , kemudian resistor $3,65 K\Omega$ dihubungkan ke ground (V_{SSA}). Bentuk resistor dari batang yang lebih rendah merupakan rangkaian *voltage divider*. Untuk ketepatan akurasi pengukuran temperatur maka resistor 1% harus digunakan. Thermistor eksternal harus didekatkan sedekat mungkin dengan *battery cell* dan harus diisolasi dari sumber panas yang lain yang mempengaruhi operasi. Pembacaan temperatur *End Of Charge* adalah *disable* selama LED menyala. Kalibrasi pengukuran temperatur melibatkan faktor koreksi dan offset seperti pengukuran temperatur dan pengukuran tegangan. Pengukuran temperatur internal menggunakan faktor koreksi $CFTempl$ dan offset $COTempl$.

IV. TEMPERATURE EOC

Nilai yang timbul dari temperatur *battery* merupakan pengisian penuh deteksi mekanik. Ini metode penggunaan *battery* jenis Nickel dan memakai metode umum dT/dt (*delta-Temperature over delta-Time*). Temperatur timbul melalui periode waktu yang terus menerus di monitor. Pertambahan cepat dari titik perubahan dideteksi sebagai titik *End Of Charge*. Titik perubahan tampak sebelum keadaan terisi penuh sehingga menghasilkan *State Of*

Charge (SOC). Khususnya nilai dT/dt dari $1^{\circ}C$ per *minute* dengan keakuratan 95% ketika menggunakan nilai pengisian 1C atau 1 jam. Walaupun metode ini aktif selama masa pengisian tapi pada umumnya terjadi ketika nilai pengisian 0.8C atau lebih tinggi. Kontrol parameter dalam temperatur EOC (dT/dt) dapat dilihat pada table 2.

TABEL 3 KONTROL PARAMETER.

Parameter	Penjelasan
DtEOCSOC (EE)	SOC
NDtVSample (EE)	Delay
NDelayEOC (EE)	Time
EOCDeltaT (EE)	Temperatur minimum Temperatur minimum

V. ALGORITMA TEMPERATUR

Smart Battery IC PS402 menyediakan bermacam-macam titik penyetelan alarm temperatur dan kondisi pengisian. Parameter EPROM dan OTP EEPROM mengontrol bagaimana alarm temperatur dan kondisi operasi pengisian, yaitu:

- HighTempAl: Ketika pengukuran temperatur lebih besar dari HighTempAl OVER_TEMP_ALARM di set. Jika *battery* dalam pengisian maka TERMINATE_CHARGE_ALARM juga di set.
- Jika pengukuran temperatur kurang daripada ChrgMinTemp maka pengisian *disable*. Ketika sistem melakukan pengisian dan pengukuran temperatur lebih besar dari ChrgMaxTemp maka pengisian *disable*. Ketika sistem *discharging* dan pengukuran temperatur lebih besar dari DischrgMaxTemp maka *discharging disable*. Jika ChrgMaxTemp melebihi *threshold* ($60^{\circ}C$) maka pengisian *disable* sampai temperatur turun menjadi $50^{\circ}C$.

VI. KEAMANAN KONDISI PEMROGRAMAN

Terdapat 5 fungsi yang berbeda yang bisa menjadi kondisi OR atau AND. Di dalam GPIO0-GPIO7 maka lower 8 bit adalah bit AND dan upper 8 bit adalah bit OR. Daftar bit terlihat di table 3. Di dalam AND byte maka kondisi trigger yang diinginkan maka dipilihlah 1 di dalam control bit. Semua kondisi yang dipilih harus true untuk kondisi AND. Jika tidak ada kondisi yang diinginkan maka 0FFh harus ditulis didalam byte.

TABLE 4 KONDISI AMAN GPIO

OR Byte Bit	AND Byte Bit	Kondisi aman
12	4	$V_{PACK} > SafetyMaxVPack$
11	3	Temperature > SafetyMaxTemp
10	2	Temperature < SafetyMinTemp
9	1	Charge Current > SafetyIMaxC
8	0	Discharge Current > SafetyIMaxD

Didalam OR byte maka kondisi trigger yang diinginkan maka dipilih 1 didalam kontrol bit. Beberapa

kondisi yang dipilih di mana true akan menyebabkan kondisi OR true. Jika tidak ada kondisi yang diinginkan maka 00h harus ditulis di dalam byte. Pin GPIOx yang aktif akan menghasilkan ketika semua kondisi AND dan beberapa kondisi OR adalah true.

VII. KONTROL PEMROGRAMAN CHARGE

PS402-01xxx mendukung fungsi kontrol program pengisian di pin GPIO. Terdapat 8 fungsi yang berbeda yang bisa menjadi kondisi AND atau OR. Didalam pin GPIO0-GPIO7 maka lower 8 bit adalah AND bit dan upper 8 bit adalah OR bit. Kondisi kontrol pengisian bisa dilihat dam tabel 4.

TABEL5 KONDISI KONTROL PENGISIAN.

OR Byte Bit	AND Byte Bit	
14	6	TerminateChargeAlarm
13	5	Charged bit set
12	4	SOC > MaxSOC
11	3	Temperature > SafetyMaxTemp
10	2	Temperature < PrechargeTemp
9	1	INPUT
8	0	VPACK < PrechargeVPack

KESIMPULAN

1. IC PS402melakukan pengukuran tegangan, arus, dan temperature dengan keakuratan 15 bit integrating sigma delta converter A/D.
2. Keakuratan kapasitas battery dan time-prediction bias dicapai dengan error 1%.
3. PS402 A/D converter mengukur arus, tegangan, temperature dan arus yang melebihi waktu pengukuran *State Of Charge* (SOC).
4. Untuk ketepatan akurasi pengukuran temperature maka resistor 1% harus digunakan.
5. Eksternal thermistor harus didekatkan sedekat mungkin dengan battery cell dan harus diisolasi dari sumber panas lain yang mempengaruhi operasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] SEARS, ZEMANSKY, Fisika Untuk Universitas 2, Binacipta, Bandung, 1986.
- [2] KENNETH KRANE, Fisika Modern, Universitas Indonesia, Jakarta, 1992.
- [3] SEARS, ZEMANSKY, Fisika Untuk Universitas 3, Binacipta, Bandung, 1986.
- [4] ARTHUR BEISER, Konsep Fisika Modern, Erlangga, Jakarta, 1991.
- [5] SEARS, ZEMANSKY, Fisika Untuk Universitas 1, Binacipta, Bandung, 1985.
- [6] MURRAY R. SPIEGEL, Matematika Lanjutan, Erlangga, Jakarta, 1989.
- [7] THOMAS C. BARTEE, Computer Architecture And Logic Design, Mc Graw-Hill, Inc, Singapore, 1991.