

UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

**PENGESAHAN STATUS LAPORAN PROJEK SARJANA MUDA
MENJANA PEMODULATAN LEBAR DENYUT (PWM) PENYONGSANG
TIGA FASA MENGGUNAKAN PEMPROSES ISYARAT DIGITAL (DSP)**

SESI AKADEMIK : 2012/2013

Saya **NOR HASYIEMAH BINTI HASHIM** mengaku membenarkan Laporan Projek Sarjana Muda ini disimpan di Perpustakaan dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Laporan Projek Sarjana Muda adalah hak milik Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.
2. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. ** Sila Tandakan (✓)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh:

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap:
NO 106, BATU 3,
KG SELABAK LUAR,
36000, TELUK INTAN, PERAK.

TARIKH: 15 JANUARI 2013

(TANDATANGAN PENYELIA)

Nama Penyelia:
DR. WAHYU MULYO UTOMO

TARIKH: 15 JANUARI 2013

CATATAN:

- ** Jika Laporan Projek Sarjana Muda ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT atau TERHAD.

**MENJANA PEMODULATAN LEBAR DENYUT (PWM) PENYONGSANG TIGA
FASA MENGGUNAKAN PEMROSES ISYARAT DIGITAL (DSP)**

NOR HASYIEMAH BINTI HASHIM

Laporan projek ini dikemukakan sebagai memenuhi keperluan untuk tujuan
penganugerahan Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik (Kepujian)



**Fakulti Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia**

JANUARI 2013

“Saya akui bahawa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya”

Pelajar :

NOR HASYIEMAH BINTI HASHIM

Tarikh :

Penyelia :

DR.WAHYU MULYO UTOMO

Tarikh :



PTTA ALITHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

DEDIKASI

Dedikasi ini ditujukan istimewa kepada...

Ibu bapa dan saudara-mara yang sentiasa menyokong saya pada masa-masa yang mencabar.

Temannya yang sentiasa menyokong dan membantu semasa projek ini di jalankan. Juga kepada mereka-mereka yang terlibat secara langsung atau tidak langsung. Semoga Allah memberkati kita semua.



PTTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUNJANNAH

PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanirahim....

Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Mengasihani.

Alhamdulillah, bersyukur saya kehadiran Illahi kerana dengan izin dan limpah kurnia-Nya, laporan Projek Sarjana Muda ini dapat disiapkan. Di kesempatan ini juga, saya ingin melahirkan rasa terima kasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang terlibat samada secara langsung atau tidak langsung dalam usaha pembikinan laporan ini.

Jutaan terima kasih dan setinggi-tinggi penghargaan saya tujukan kepada penyelia Projek Sarjana Muda saya iaitu DR.WAHYU MULYO UTOMO dalam memberikan tunjuk ajar, pendapat, bimbingan, idea dan teguran dalam proses menyiapkan serta menjayakan projek 'Menjana Pemodulatan Lebar Denyut (PWM) Penyongsang Tiga Fasa Menggunakan Pemproses Isyarat Digital (DSP)' ini.

Penghargaan saya yang seterusnya ditujukan khas buat kedua-dua ibu bapa tercinta serta ahli keluarga di atas sokongan, galakan, dan semangat yang telah mereka berikan. Tidak lupa juga kepada rakan-rakan yang telah banyak memberikan sokongan,

bantuan serta idea-idea bernas, ucapan jutaan terima kasih saya ucapkan di atas segalanya.

Akhir kata, sekalung penghargaan ditujukan kepada semua pihak yang terlibat dalam menyiapkan laporan projek ini. Semoga Allah S.W.T akan membalas jasa baik kalian semua. Sekian, wassalam.



ABSTRAK

Baru-baru ini, penyongsang digunakan secara meluas dalam aplikasi industri. Walaubagaimanapun, teknik Pemodulatan Lebar Denyut (PWM) diperlukan untuk mengawal voltan keluaran dan frekuensi penyongsang. Dalam tesis ini, untuk Pemodulatan Lebar Denyut Sinus *Unipolar* (SPWM) penyongsang tiga fasa adalah dicadang menggunakan Pemproses Isyarat Digital (DSP). Satu model simulasi menggunakan MATLAB *Simulink* dibangunkan untuk menentukan program Pemodulatan Lebar Denyut Sinus *Unipolar* (SPWM) Program ini kemudian dibangunkan dalam Pemproses Isyarat Digital (DSP) TMS320f28335. Hasilnya menunjukkan bahawa voltan keluaran penyongsang tiga fasa boleh dikendalikan.



PTPTA
PERPUSTAKAAN TUNJUKKAN AMINAH

ABSTRACT

Recently inverters are widely used in industrial application. However, Pulse Width Modulation (PWM) technique is required to control the output voltage and frequency of the inverter. In this thesis, a Unipolar Sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM) for three-phase inverter using Digital Signal Processor (DSP) is proposed. A simulation model using simulink MATLAB developed to verify the Unipolar Sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM) program. The program then developed in Digital Signal Processor (DSP) TMS320f28335. The result shows that the output voltage of three phase inverter can be operated.



PTTA
PERPUSTAKAAN TUNKU TUNJUKAN

ISI KANDUNGAN

TAJUK	i	
PENGAKUAN	ii	
DEDIKASI	iii	
PENGHARGAAN	iv	
ABSTRAK	vii	
ISI KANDUNGAN	ix	
SENARAI JADUAL	xii	
SENARAI RAJAH	xiii	
SENARAI SINGKATAN	xv	
BAB 1	PENGENALAN	1
1.1	Latar Belakang Projek	1
1.2	Penyataan Masalah	3
1.3	Objektif Projek	4
1.4	Skop Projek	4
1.5	Struktur Laporan	5

BAB 2	KAJIAN LITERATUR	6
2.1	Pengenalan	6
2.2	Penyongsang Tiga Fasa	7
2.3	Teknik Pemodulatan Lebar Denyut	9
2.4	Peranti Pensuisan Kuasa	13
2.4.1	Bipolar Junction Transistor (BJT)	14
2.4.2	Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET)	15
2.4.3	Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)	16
2.4.4	Gate Turn Off Thyristor (GTO)	17
2.4.5	Perbandingan Peranti Pensuisan	18
2.5	Kesimpulan	19
BAB 3	METODOLOGI	20
3.1	Pengenalan	20
3.2	Carta Alir Projek	23
3.3	Perkakasan	25
3.3.1	Bekalan Kuasa DC	25
3.3.2	Litar Pemacu	26
3.3.3	Litar Penyongsang	27
3.3.4	Papan Pemproses Isyarat Digital (DSP)	28
3.4	Perisian	29
3.4.1	MATLAB	29
3.4.2	Kod Komposer Studio (CCS)	30

BAB 4	ANALISIS DAN KEPUTUSAN	32
4.1	Pengenalan	32
4.2	Konfigurasi Simulasi	33
4.3	Konfigurasi Penyongsang	36
4.4	Kesimpulan	40
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	41
5.1	Pengenalan	41
5.2	Cadangan	41
5.3	Kesimpulan	42
	RUJUKAN	44
	LAMPIRAN A (CARTA GHANT)	46
	LAMPIRAN B (LITAR SKEMATIK)	49
	LAMPIRAN C (LEMBARAN DATA)	52



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUN TUN AMINAH

SENARAI JADUAL

2.1	Pengelasan Teknik PWM	12
2.2	Perbezaan Peranti Pensuisan	18
4.1	Nilai Kecekapan PWM Penyongsang Tiga Fasa	40



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

SENARAI RAJAH

1.1	Blok Diagram Penyongsang	2
2.1	Penyongsang Tiga Fasa dengan Sambungan Bintang	7
2.2	Isyarat Pengaliran 120°	8
2.3	Teknik Pemodulatan Lebar Denyut; Voltan Fasa; Voltan Talian	10
2.4	<i>Bipolar Junction Transistor (BJT)</i>	14
2.5	<i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET)</i>	15
2.6	<i>Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)</i>	16
2.7	<i>Gate Turn Off Thyristor (GTO)</i>	17
3.1	Sistem Perlaksanaan	21
3.2	Gambarajah Blok Projek	22
3.3	Carta Alir Pembinaan Projek	24
3.4	Bekalan Kuasa DC	25
3.5	Litar Pemacu	26
3.6	Litar Penyongsang	27
3.7	Papan Pemproses Isyarat Digital	28
3.8	Perisian Simulasi (MATLAB)	29
3.9	Perisian <i>Code Composer Studio</i>	30
4.1	Simulasi Penyongsang Tiga Fasa	34
4.2	Voltan Keluaran Talian AB	34
4.3	Voltan Keluaran Talian BC	35
4.4	Voltan Keluaran Talian CA	35
4.5	Konduksi Lebar denyut 120°	35
4.6	Sistem Sambungan Penyongsang Tiga Fasa	36
4.7	Pemodulatan Lebar Denyut Pada 5V	37
4.8	Pemodulatan Lebar Denyut Pada 6V	37

4.9	Pemodulatan Lebar Denyut Pada 7V	37
4.10	Pemodulatan Lebar Denyut Pada 8V	38
4.11	Pemodulatan Lebar Denyut Pada 9V	38
4.12	Pemodulatan Lebar Denyut Pada 10V	38
4.13	Pemodulatan Lebar Denyut Pada 11V	49
4.14	Pemodulatan Lebar Denyut Pada 12V	49



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

SENARAI SINGKATAN

AC	Arus ulang-alik
DC	Arus Terus
PWM	Pemodulatan lebar denyut
IGBT	<i>Insulated Gate Bipolar Transistor</i>
MOSFET	<i>Metal Oxide Silicon Field Effect Transistor</i>
GTO	<i>Gate Turn Off Thyristor</i>
BJT	<i>Bipolar Junction Transistor</i>
DSP	Pemprosesan Isyarat Digital
UNIPOLAR	Sekutub
BIPOLAR	Dwikutub
TNB	Tenaga Nasional Berhad
RMS	<i>Root Mean Square</i>
CCS	Kod Komposer Studio

BAB 1

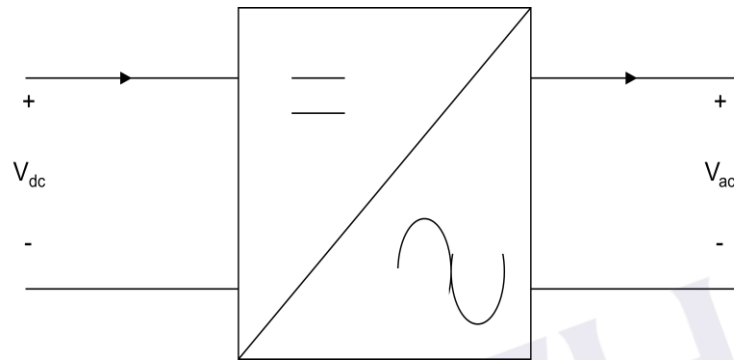
PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Projek

Dalam kehidupan seharian, kita banyak bergantung kepada peralatan elektrik. Sejak berkembangnya bidang elektronik kuasa, berbagai-bagai topologi dan teknik pensuisan penyongsang telah ditemui dan dibangunkan. Pada masa kini, teknik Pemodulatan Lebar Denyut (PWM) amat popular dan sering digunakan dalam rekabentuk penyongsang yang baru. Kaedah PWM mempunyai banyak kelebihan berbanding kaedah-kaedah lain. Penyongsang ini dipacu dengan isyarat Pemodulatan Lebar Denyut Sinus (SPWM), dan isyarat ini dijana dengan kaedah pembeding antara isyarat segitiga dengan isyarat rujukan sinus tiga fasa.

Terdapat empat jenis penukaran fungsi asas yang boleh dilaksanakan seperti AC - AC, AC - DC, DC - AC dan DC - DC. Penyongsang merupakan peranti yang menukarkan kuasa DC kepada kuasa AC dengan mencincang voltan DC (atau arus DC)

untuk mendapat keluaran voltan AC (atau arus AC). Penyongsang DC-AC biasa digunakan di dalam pemacu motor.



Rajah1.1: Blok Diagram Penyongsang

Pemodulatan Lebar Denyut Sinus (SPWM) merupakan teknik pensuisan yang popular digunakan untuk penyongsang. Untuk teknik pensuisan pemodulatan lebar denyut sinus tiga fasa, terdapat tiga gelombang sinus yang berbeza fasa digunakan sebagai gelombang memodulat. Teknik ini dilaksanakan dengan membandingkan gelombang memodulat A dan gelombang pembawa untuk mendapatkan isyarat suis S1. Untuk menghasilkan isyarat S2 pula gelombang memodulat B dibandingkan dengan gelombang pembawa dan untuk suis S3 gelombang memodulat C dibandingkan dengan gelombang pembawa. Perbezaan antara tiga isyarat S1, S2 dan S3 akan menghasilkan gelombang voltan keluaran PWM.

Penyongsang PWM juga memerlukan komponen kuasa yang berfrekuensi tinggi seperti GTO's , IGBT's atau transistor kuasa untuk beroperasi dengan baik. IGBT's mempunyai kelebihan untuk kelajuan tinggi, dan pensuisan kuasa tinggi. Oleh itu, IGBT's adalah komponen pilihan untuk membina penyongsang PWM.

1.2 Penyataan Masalah

Penyongsang adalah salah satu peranti penukaran kuasa yang digunakan secara meluas di dunia untuk menukar voltan input DC kepada voltan output AC. Gelombang voltan keluaran penyongsang ideal haruslah tiga bentuk sinus pada tiga fasa. Walau bagaimanapun, gelombang penyongsang praktikal adalah bukan bentuk sinus dan mengandungi harmonik. Dalam pensuisan masalah bilangan denyutan setiap kitaran juga terjejas. Penggunaan teknik pensuisan yang tinggi akan menyumbang kepada kehilangan kuasa yang tinggi dan ia juga perlu menjaga pada reka bentuk pensuisan penyongsang. Dalam usaha untuk memenuhi keperluan, teknik pensuisan baru telah dianalisis dan disarankan di dalam tesis ini, iaitu Pemodulatan Lebar Denyut Sinus (SPWM) yang dijana oleh mikropengawal Pemprosesan Isyarat Digital (DSP).

1.3 Objektif Projek

Objektif utama projek ini adalah:

- i Simulasi untuk Pemodulatan Lebar Denyut Sinus Unipolar (SPWM) penyongsang.tiga fasa
- ii Pembangunan perkakasan penyongsang tiga fasa.

1.4 Skop Projek

Terdapat dua had batasan utama untuk projek ini:

- i. Simulasi daripada MATLAB *Simulink*:
 - Penyongsang tiga fasa.
 - Tiga fasa *Unipolar* SPWM
- ii. Pembangunan perkakasan:
 - IGBT CM75DY-12H (Mitsubishi)
 - Pemproses Isyarat Digital (DSP) TMS320f28335

1.5 Struktur Laporan

Laporan ini mengandungi lima bab. Kandungan untuk setiap bab dapat diringkaskan seperti yang berikut:

Bab 1 Bab ini menerangkan pengenalan kepada teknik PWM dan kelebihan nya. Tesis ini juga akan memberikan beberapa penjelasan berkenaan pernyataan masalah, objektif dan skop projek ini.

Bab 2 merangkumi sorotan kajian iaitu latar belakang dan isu-isu berkaitan dengan penyongsang dan pemodulatan lebar denyut (PWM). Ini termasuklah perbincangan tentang asas penyongsang, teknik Pemodulatan Lebar Denyut (PWM).

Bab 3 akan menerangkan kaedah PWM yang dicadangkan untuk penyongsang. Seterusnya kaedah pensuisan telah digunakan untuk penghasilan projek ini dan akan diterangkan secara terperinci melalui gambarajah blok.

Bab 4 akan mempersembahkan rekabentuk perkakasan prototaip hasil daripada maklumat-maklumat yang dicadangkan. Perbincangan termasuklah keputusan dan analisis mengenai PWM yang telah siap dibina. Pertama adalah hasil daripada pelaksanaan perisian seperti simulasi litar dan kedua adalah hasil dari pelaksanaan perkakasan seperti hasil pengujian yang telah dilakukan. Rekabentuk perkakasan utama yang lain dibincangkan ialah litar pemacu (*gate driver*).

Bab 5 memberikan ringkasan keseluruhan mengenai penyelidikan yang telah dilakukan. Sumbangan dan hasil kajian ini akan ditonjolkan. Akhir sekali cadangan bagi memperbaiki hasil kajian pada masa akan datang juga diberikan.

BAB 2

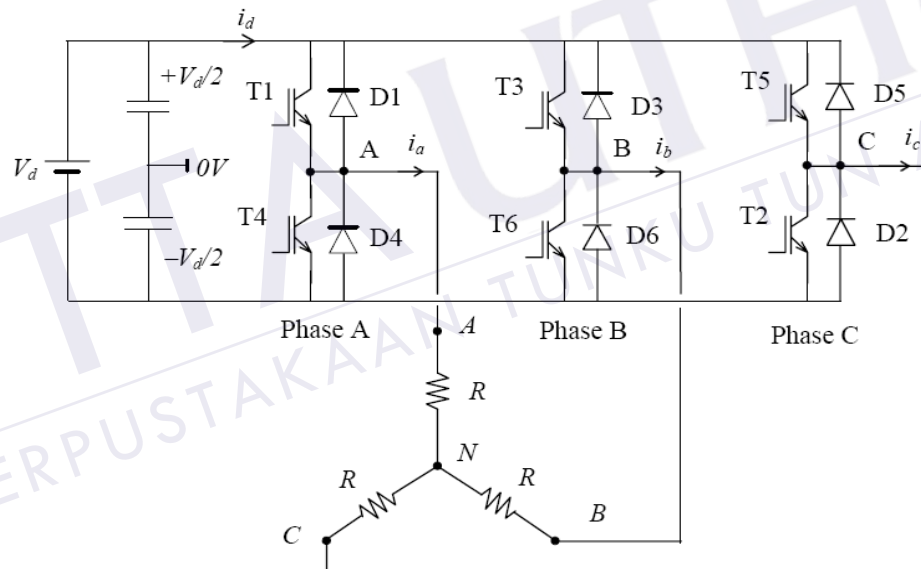
KAJIAN LITERASI

2.1 Pengenalan

Banyak kajian yang telah dilaksanakan oleh pengkaji terdahulu untuk pensuisan lebar denyut penyongsang tiga fasa. Terdapat banyak penyongsang enam suis yang menggunakan MOSFET atau IGBT. Daripada maklumat-maklumat yang diperolehi dari pengkaji terdahulu terdapat beberapa teknik penyongsang lebar denyut tiga fasa. Teknik-teknik tersebut dibincangkan berikut ini. Sebelum itu, beberapa langkah alternatif harus dibuat untuk membina projek bagi menjana Pemodulatan Lebar Denyut (PWM) penyongsang tiga fasa dengan menggunakan Pemprosesan Digital Signal (DSP) agar dapat dibina dan berfungsi dengan baik.

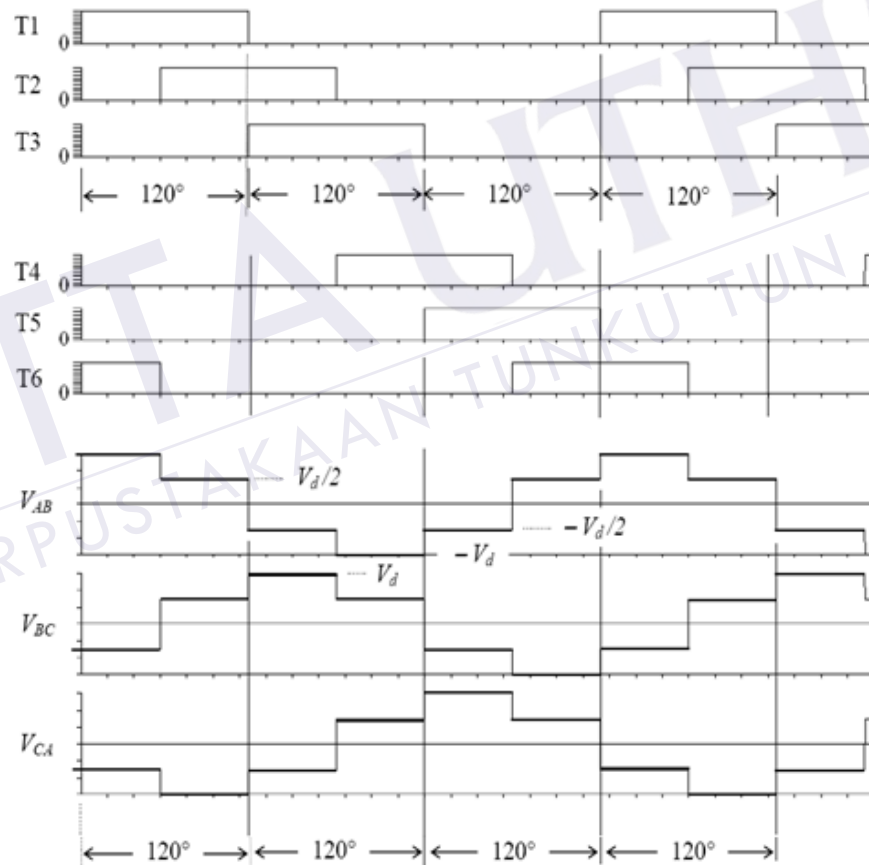
2.2 Penyongsang Tiga Fasa

Penyongsang tiga fasa biasanya digunakan pada penggunaan kuasa tinggi. Jambatan penyongsang tiga fasa boleh dilihat seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1. Isyarat pensuisan bertukar bagi setiap kaki penyongsang tersesar atau ditangguhkan selama 120° dengan bersebelahan kaki berkenaan untuk mendapatkan voltan tiga fasa seimbang. Voltan keluaran talian ke talian yang ditentukan oleh perbezaan potensi diantara terminal keluaran pada setiap kaki.



Rajah 2.1: Penyongsang Tiga Fasa dengan Sambungan Bintang

Dengan pengaliran 120° corak pensuisan adalah T6T1-T1T2 - T2T3 - T3T4 - T4T5 - T5T6 - T6T1 untuk turutan ABC positif dan untuk turutan negatif ACB fasa adalah sebaliknya dengan turutan positif. Apabila suis kaki penyongsang atas yang berkaitan dengan rel DC positif dihidupkan, terminal keluaran kaki akan mengalir kepada potensi $+V_{DC}/2$. Apabila suis kaki penyongsang yang lebih rendah yang berkaitan dengan rel DC negatif dihidupkan, terminal keluaran kaki akan mengalir ke potensi $-V_{DC}/2$.



Rajah 2.2: Isyarat Pengaliran 120°

2.3 Teknik Pemodulatan Lebar Denyut

Pembangunan skim pensuisan PWM telah diperkenalkan oleh Schonung dan Stemmler pada tahun 1964. Melalui kaedah digital, penjanaan PWM menjadi lebih mudah dan ia menjadi ikutan dan asas kepada penemuan kaedah-kaedah PWM yang baru.

Dalam penggunaan perindustrian, terdapat banyak teknik untuk mengubah kenaikan penyongsang. Kaedah yang paling berkesan untuk mengawal kenaikan dan voltan keluaran adalah dengan menggabungkan kawalan PWM dalam penyongsang. Dalam teknik ini, DC voltan masukkan tetap dibekalkan kepada penyongsang dan dikawal oleh AC voltan keluaran yang boleh diperolehi dengan melaraskan lebar di luar tempoh peranti penyongsang. Kawalan PWM mempunyai beberapa kelebihan. iaitu:

- i Voltan keluaran boleh dikawal tanpa mana-mana komponen tambahan.
- ii Harmonik tertib rendah boleh dihapuskan atau dikurangkan bersama-sama dengan kawalan voltan keluaran.
- iii Keperluan penapisan diminimumkan sebagai harmonik tertib yang lebih tinggi lebih mudah untuk ditapis.

Dengan meningkatkan frekuensi pensuisan, saiz penyongsang akan menjadi semakin kecil. Akan tetapi kehilangan kuasa akan meningkat dan kecekapan akan menurun. Oleh yang demikian pemilihan kaedah pensuisan yang sesuai merupakan satu lagi aspek penting dalam menentukan prestasi penyongsang. Skim pensuisan yang paling digemari sekarang adalah Pemodulatan Lebar Denyut (PWM), yang mana ia telah digunakan dengan meluasnya dalam hampir semua rekabentuk penyongsang yang baru.

SUMBER RUJUKAN

1. Muhammad H.Rashid, “ Power Electronics Circuits, Device, And Application – Third Edition”, Pulse Width Modulated Inverters, pp.226 – 259.
2. LI Shao-lin, Yang Ping, Research On A Spwm Inverter Power Supply System Based on DSP, 2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering.
3. Phuong Hue Tran ‘Matlab/Simulink Implementation and Analysis Of Three Pulse-Width-Modulation (Pwm) Techniques’-Master of Science in Electrical Engineering Boise State University
4. Keliang Zhou; Danwei Wang, "Relationship between space-vector modulation and three-phase carrier-based PWM: a comprehensive analysis [three-phase inverters]", *Industrial Electronics*, vol. 49, pp. 86 – 196, 2002.
5. Klumpner, and F. Blaaierg, “Using reverse blocking IGBTs in power converters for adjustable-speed drives,” *IEEE Trans. on Industry Applications*, vol. 42, pp. 807-816, May/June 2006
6. Wu, *High Power Converters and AC Drives*, IEEE Press 2006, Chap. 10
7. Module Power Electronic (UTHM)

8. Xiao Feng Zhang, Fei Yu, Cheng Sheng Zhang, ‘‘PWM Techniques of Five-Phase Three Level Inverter’’, *International symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion*, 2006. pp.561-565
9. Zixin Li, ‘‘Three-phase PWM inverters with Three-phase output transformer and Three-phase filter inductor’’, *International Conference on Electrical Machines and Systems*. pp.1116 – 1121, 17-20 Oct. 2008.
10. Won-Sik Oh , ‘‘Three-phase three level PWM switched voltage source inverter with zero neutral point potential’’, *IEEE Power Electronics Specialists Conference, 2004. PESC 04. 2004 35th Annual*, Vol.6, pp. 4405 – 4410, 20-25 June 2004.
11. Erfidan.T;urgun.S;hekimoglu.B. ‘Low cost microcontroller based implementation of modulation techniques for three-phase inverter applications’, *IEE Medeterian Electrotechnical Conference*, 2008 The 14th, pp.541 - 546

