

Power Supply 산업과 설계기술 동향

이 길 원

삼화전자(주) Component 사업부/이사

SMPS의 발명은

종래의 Sinear Teachnology에 비하여 소형, 경량화 및 고효율을 이룩한 일대 혁신이었고 고신뢰성, 고정밀, 다기능, Fast Response Time을 추구하는 끊임없는 노력은 새로운 방법의 Switched Mode Technology로 발전되어 왔으며 최근에는 QRZ Technology의 발명으로 Power Supply의 설계기술에 또 하나의 혁신이 일어나고 있다.

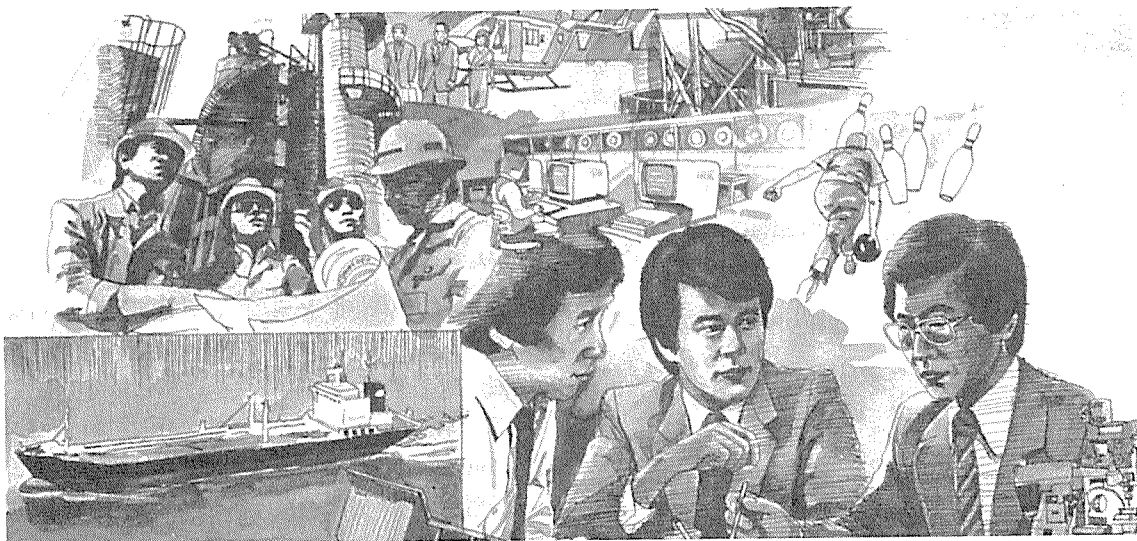
1. 서 론

전자제품이 현대 문명에 공헌하고 있는 비중은 실로 크다 하겠으며 이러한 전자제품이 제 기능을 발휘하기 위하여서는 Electric Power가 공급되어야 함은 주지의 사실이다. 이러한 Power Supply가 기술적인 측면에서 그리고 산업적인 측면에서 어떻게 변천되어 왔고 변화되어 가고 있는지를 본인이 미국산업계의 실무경험을 토대로 기술해 보고자 한다.

광범위한 의미에서 Electric Power라 함은 발전과 송배전 및 그 주변장치를 포함하나 여기서는 Electronic System에 전원을 공급하는 전원장치(Power Supply)에 국한하여 기술하기로 하겠다.

2. 초창기의 Power Supply

초기의 Power Supply는 단순히 AC Input을 Rectification 한 후 Ripple을 Filtering 하는 방식으로 Input Variation이 Output Regulation에 그대로 반영되는 Unregulated AC/DC Converter였으며 Technology도 매우 단순하여 대부분의 System Engineer들이 자신이 맡고 있는 회로에 필요한 Power Supply를 스스로 설계 하였으며 Power Supply는 System 회로의 일부였고 따라서 이 시기에는 Power Supply는 독자적인 산업으로써의 위치를 갖지 못하였다. 보다 향상된 문화와 문명을 추구하는 인류의 끊임없는 노력은 Electronic System에서도 기능의 다양화, 소형 경량화, 고정밀 고신뢰성을 추구하게 되었고 전 산업에 걸쳐 New Technology Development를 통한 System Evolution이 비약적으로 진행되어 왔으며 Power Supply 분야도 예외가 아니었다. 복잡 다양해진 Power Supply를 Electronic System의



Resonant Converter는 SMPS와 같이 상업용 Power Supply로 광범위하게 사용될 전망이다.

회로의 일부로써 취급하는 종래의 방식은 Fabrication, Assembly, Testing, Ainienance 및 After Service 등의 과정에서 Power Supply를 Electronic System의 하나의 부품으로 취급하는 방식에 비하여 Cost 면에서 현저히 저렴하여 졌으며 그리하여 Power Sopply는 하나의 독자적인 산업으로 잉태되어 출현하기 시작하였다.

3. Power Supply의 종류 및 특징

종류	Linear	Smps	Resonant
특징			
부피 / 무게	하	중	상
Efficiency	하	중	(상)
Regulation	상	중	(하)
Response Time	상	하	중
Stability	상	하	중
Emission	상	하	중
Susceptibility	상	하	중
Ripple	상	중	하
Noise	상	하	중
Material Cost	상	중	(하)

주 : () 부분은 TECHNOLOGY의 세부 사항에 의하여 변경될 수 있음.

4. SMPS의 발명

High Speed Switching Technology의 Application은 I, V의 발명과 더불어 시작되었다. Beam Power Pentode와 Vaccum Diode Damper를 사용하는 16KHZ Flyback회로가 Second Anode CRT의 High Voltage와 Horizontal Scan Ramp를 만들기 위하여 사용되었다.

초기의 System은 60HZ Power Transformer의 Secondary Circuit로부터 동작되었으며 오늘날 이와 같은 FLY-BACK System은 아직도 사용되고 있으나 60Hz Transformer를 사용하지 않고 "OFF - LINE" 으로 동작하며 또한 TV 수상기 회로의 Bias Voltage 및 기타 필요한 Voltage를 공급하기 위한 Power Supply로써 사용되고 있다.

약30년 전만해도 미국의 산업계에서는 이러한 방식에 의한 Power Conversion을 상업용 Power Supply 로써 사용치 못하였다.

당시의 기술수준은 Linear Technology가 주종을 이루고 있었고 Thyristor를 사용한 Phase Controlled AC/DC Converter, Ferro-Resonant Converter 등의 Technology들이 사용 되었고 Operating Frequency Range도 800Hz - 3KHz 정도의 수준에 있었다.

1960년대에 발명된 P. W. M. 방식에 의한 Switching Converter는 Size, Weight, Efficiency 등에 있어서 종래의 Technology에 의한 Power Supply와는 비교가 되지 않는 Power Supply Technology의 일대 혁신이었다.

5. SMPS의 종류 및 특징

특징	종류	
	RCC	PWM
Material Cost	상	하
Regulation	하	상
Ripple	하	(상)
Noise	하	(상)
Emission	하	상
Susceptibility	하	(상)
Response Time	하	상
Stability	상	(하)
Efficiency	하	상
Power Handling Capability	하	상
Reliability	하	상

주: () 부분은 세부 사항에 의하여 변경될 수 있음.

6. SMPS 설계 기술의 발달

최초에 개발된 SMPS는 VFVMC FLY-BACK

방식이었고 이 방식은 Noise를 많이 발생하여 EMI, RFI 문제를 야기시키었고 또한 내부로부터 발생된 Noise 및 외부로부터 들어온 Noise에 취약하여 Input Condition과 Output Load Condition에 따라서 Reliability가 불안정해지는 결점을 가지고 있었다. Power Supply의 부피와 무게를 줄이고 Line Frequency Ripple 및 Response Time을 향상시키고 위하여서는 Operating Frequency를 증가시켜야 했고 Operating Frequency를 증가시키면 그에 비례하여 더욱 EMI, RFI 문제가 커지게 되었고 Reliability는 더욱 취약하여 졌으며 그리하여 이러한 Noise에 취약한 점을 개선한 새로운 Technology가 절실히 요구되기 시작하였다. 더욱 군용과 산업용 Electronic System이 민수용 Electronic System의 생산량에 비하여 큰 비중을 차지하고 있는 미국산업계의 구조적 특징은 고신뢰성, 고정밀 기능의 다양화 Fast Response Time 소형경량화가 더욱 절실히 요구되었고 그리하여 새로이 개발된 Technology로는 CFVMC, CFCMC, CICDT, CUK 등이었으며 한두가지 Technology로 모든 System에 적용하였던 초기의 개발단계에서 벗어나 각 방면의 Electronic System의 특성에 적합한 종류의 Technology가 사용되었다

7. P.M 방식의 종류 및 특징

특징	종류					
	VFVMC	CFVRC	VFCHC	CFCMC	CICDI	CUK
MATER AL COSI	상	중	상	중	상	하
LINE REGULATION	중	중	상	상	중	하
LOAD REGULATION	상	상	중	중	상	하
CROSS REGULATION	중	상	중	상	상	하
NOISE	하	중	하	중	하	상
RIPPLE	하	중	하	중	중	상
EMISSION	하	상	하	상	중	상
SUSCEPTIBILITY	하	상	중	상	상	상
RESPONSE TIME	중	중	상	상	중	하
STABILITY	중	중	상	상	상	하
RELIABILITY	하	상	중	상	상	상

8. VFVMC의 종류 및 특징

특징 \ 종류	BUCK	BOOST	FLY-BACK	FORWARD	PUSH-PULL	HALF BRIDGE	FULL BRIDGE
Material Cost	1	2	3	4	5	6	7
Isolation	불가	불가	가능	가능	가능	가능	가능
Regulation (Line/Load)	상	하	하	상	상	상	상
Cross Regulation	/	/	상	중	중	중	중
Power Handling Capadility	/	/	5	4	3	2	1
Response Time	상	하	하	중	중	중	중
부피/무게	/	/	하	중	상	상	상
Noise	상	상	하	상	상	상	상
Ripple	상	하	하	중	상	상	상
EMI/RFI	상	상	하	중	중	중	중

9. SMPS 산업의 현황

S. M. P. S. 산업의 현황을 이해하기 위하여 일본의 Power Supply의 Technology 및 Industry의 발달을 이해하는 것이 필요하다고 본다. 미국과 일본의 산업의 구조적 특징과 차이점은 Power Supply Technology와 Industry에도 그대로 반영되어 나타났다. 군용과 산업용 Electronic System에 민수용에 비하여 큰 비중을 차지하는 미국 산업의 구조적 특징은 Power Supply Technology에도 그대로 반영되어 S-MPS는 고정밀, 고신뢰성, Fast Response Time 다양한 기능의 군용 및 산업용 Electronic System의 필요조건을 충족시키기 위하여 광범위한 수평적 Technology의 연구 개발이 소형경량화를 위한 Operating Frequency의 증가라는 수직적 Technology의 개발과 함께 진행되어 왔으며 Packaging에 있어서도 민수용과는 판이한 형태의 개발이 진행되어 왔다.

이에 비하여 민수용 Electronic System이 주종을 이루고 있는 일본 산업의 구조적 특징은 Power Supply Technology에도 또한 그대로 반영되어 일본의 SMPS는 저가 Model의 개발과 소형 경량화를 위한 Operating Frequency의 고주파화의 개발에 집중적으로 치중되어 왔다.

그 결과 일본의 Power Supply Technology는

Operating Frequency의 증가라는 수직적 측면에서는 오늘날 미국과 기술적 격차를 보이지 않고 있다고 생각되며 더욱이 저가 Model을 양산하여 이미 자체 Model과 Brand 그리고 OFF-THE-SHELF ITEM의 판매전략으로 세계 시장에 진출하고 있다.

물론 Operating Frequency만이 Power Supply Technology 척도의 전부가 아니며 SMPS 내에서도 서로 다른 수많은 Technology들이 각각 독특한 용도에 맞게 선택 사용되는 것이나 하여튼 불과 수십년전 미국의 Technology를 배우고 모방하기에 여념이 없었던 일본이 오늘날 민수용 분야의 Power Supply에서 Operating Frequency라는 측면에서 미국과 대등한 수준으로 성장했다는 것은 주목할 만한 가치가 있을 것이다.

한국의 Power Supply Technology는 일본으로부터 흘러들어온 저가 Model의 RCC 방식, 494를 사용한 PWM FLY-BACK 방식이 주종을 이루고 있으며 일부 업체에서는 미국으로부터 들어온 3524를 사용한 PWM 방식의 VF-VMC의 FORWARD-MODE, HALF-BRIDGE와 같은 Technology가 사용되고 있으며 고정밀, 고신뢰성, EMI 기술 Emission 및 Susceptibility, Rebution, Ippl, Noise, Response Time, Efficiency 등에 취약점을 가지고 있

는 SMPS발명 초창기의 Technology이나 부품 값이라는 측면에서는 다른 SMPS의 Technology에 비하여 유리한 점을 지니고 있다. 그리고 한국의 Power Supply 산업의 기술진에서는 Operating Frequency를 기술 발달의 척도를 간주하여 Device에 대한 Impact, Stress 및 Long-Term Stability 그리고 EMI RFI Emission 및 Susceptibility에 대한 충분한 연구검토없이 RC Timing Constant만을 줄여서 Operating Frequency를 높아놓아 단순히 Operating Frequency라는 측면에서는 선진국과 큰 격차를 보이지 않고 있으며 다소문제점이 있는 Power-Supply의 기술발달 이기는 하지만 6.25의 폐허 위에서 오늘날 선진국과 근접한 수준으로 성장하였다는 것은 대단히 자랑스러운 일이다.

10. 맺음말

기술적인 측면에서 Power Supply 산업의 동향은 소형 경량화와 함께 고신뢰성, 고정밀 다기능, Fast Response Time, EMI RFI의 Emission 및 Susceptibility의 개선과 향상을 계속하여 추구하고 있으며 소형 경량화를 위하여 Operating Frequency가 수MHz Range의 QRZ가 이미 개발되어 일부 실용화 되고 있으며 또한 현재 Resonant Converter 및 QRZ가 Power Supply 산업에서 주종 Technology로 부상하기 위하여 극복해야 할 여러가지 문제점들

도 조만간 해결되어 수년내 Resonant Converter가 현재의 SMPS와 같이 상업용 Power Supply로 광범위하게 사용되어질 것이 전망된다.

산업적 측면에서 군용 및 산업용 Power Supply는 가격의 불리한 조건에도 불구하고 미국의 Power Supply가 세계 시장에서 우위를 계속 지키고 있으나 다른 Electronic System과 마찬가지로 가격이 Business의 성공에 매우 중요한 Factor로 되어있는 민수용 Power Supply는 이미 미국내에서 생산하기에는 채산성이 맞지 않아 사양화 과정에 접어들고 있으며 따라서 미국의 Power Supply Manufacturer 등은 적극적으로 해외공장 또는 OEM BASE의 해외생산 거점확보 등으로 해외진출을 모색하여 왔고 또한 품질에서 미국인들에게 큰 불만을 주지않고 AS에서 탁월한 잇점을 제시하는 일체의 OFF-THE-SHELF Power Supply를 구입하여 사용하는 미국내의 Power Supply 사용자들도 늘어나고 있는 추세이다.

그러나 미국내의 민수용 Power Supply Industry가 민수용 Radio나 흑백 T.V처럼 완전히 사라진 것은 아니며 미국내에서 민수용 Power Supply Manufacturer들이 견제하고 있다는 사실은 한국의 Power Supply Manufacturer들에게는 세계 시장 개척의 여지가 충분히 있다는 가능성의 제시가 될 것이다.

