

출력회로의 COMMON MODE NOISE의 저감

徐 東 植
(주식회사 동아전기 기술부장)

■ 차 례 ■

1. 서 론	5. 부 록
2. Common Mode Noise	가. 전자교환기 전원공급체계도
3. Circuit에 의한 Trick	나. 교환기용전원의 특징과 요구 성능
4. 결 론	다. 구조와 형태

요 약

TDX-1B 공동개발 참여와 관련하여 당사의 분담분야인 전자교환기용 전원개발 과정 중에서 반영한 내용의 일부로 저노이즈화에 대하여 기술하였다.

[1] 서 론

전자교환기용 전원은 상용 AC 전원을 국용주전원-48V로 변환하는 정류기 및 교환기내에 각종 전원으로 구성되어 있고, 정류기에는 Back-up 용 Battery와 경우에 따라서 발전기를 부가하여 AC 정전시의 전원 Down을 방지하고 있으며, 교환기내의 전원은 전자회로에 공급하는 DC / DC Converter와 교환기 특유의 Ringer가 있고 각각의 전원은 시스템 구성요소로서 부속기능을 부가하고 있다.

한편 전자교환기의 다기능화가 추진되면서 고밀도 실장이 요구되고 있다. 따라서 교환기내의 DC / DC Converter도 Slim화(박형화)에 따른 Switching 주파수의 고주파화가 불가피하므로 이에 관련한 Noise 대책이 요구되고 있다.

본 고에서는 전자교환기용 전원에 대한 일부의

제원을 부록에 정리하였고 당사가 부록에서와 같은 요구조건과 구조의 TDX-1B DC / DC Converter 개발과정에서 적용한 Forward형 Converter의 Common Mode Noise 분석과 저감 방법을 제시하였다.

[2] Common Mode Noise

반도체 소자를 Switching 할때 발생하는 DC / DC Converter의 자체 Noise를 전원중심으로 분류하면 그림1과 같다.

이중에 Common Mode Noise는 Normal Mode Noise에 비해 아주 번거로운 Noise다. Normal Mode Noise는 평형성분으로 Line 간을 전파하기 때문에 L과 C의 Line Filter로 충분히 제거되지만 Common Mode Noise는 부하까지의 배선으로

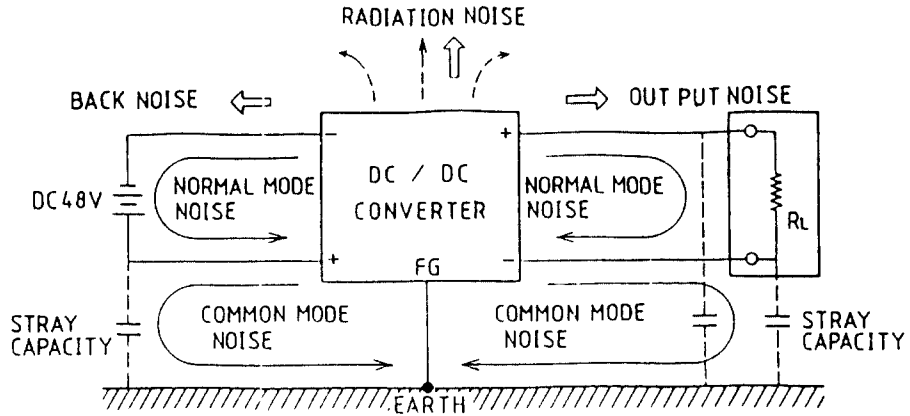
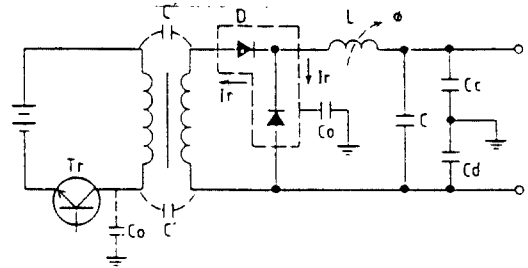


그림 1. NOISE의 분류

인한 Inductance와 분포용량(Stray Capacity)에 의해서 부하회로에 따라 다르게 전파하여 오기 때문에 이에 대한 대책이 어렵다.

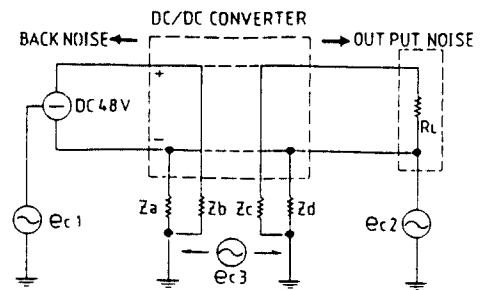
실제로 Output Noise의 출력단자간 전압(Normal Mode Noise)을 측정할때 이 Common Mode Noise는 +, - 출력선의 고주파를 포함한 Inductance가 같지 않을 경우 그 차이가 Normal Mode Noise로 변화해 버리기 때문에 측정기(Oscilloscope)의 Probe는 C.M.R(Common Mode Rejection)이 우수한 것을 사용할때 측정오차를 방지할 수 있다.

그림2의 경우에 Common Mode Noise를 발생원인별로 구분하면 그림3과 같이 나타낼 수 있다. 여기서 Output의 Common Mode Noise(그림 3. e_{c2})은 출력측 정류 Diode의 급격한 전류변화 di/dt 가 원인으로 되어 Case와 전자결합(Magnetic Coupling)에 의해 생기는 Noise가 있지만 근년에 개발된 Amorphous 자성체를 이용한 Magnetic Snubber를 사용하면 이 영향으로 인한 Noise도 크게 개선되나 입력으로부터 전송된 Power 신호의 급격한 전압변화 dv/dt 가 정류 Diode Body와 Case에 대한 정전결합(Electrostatic Coupling) 용량(Stray Capacity) C_o 에 의해 발생하는 Noise는 출력전류가 큰 경우에 Power Transistor 같이 Diode도 Case의 Heat Sink에 절연 Sheet를 이용하여 취부할때 Spike Noise의 발생원인으로 된다.



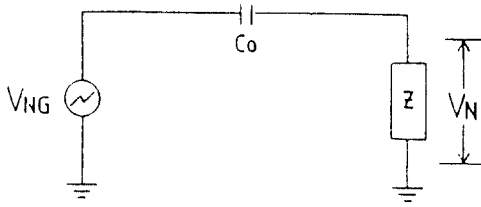
- C_o : 용량에 의한 정전유도
- C' : 1, 2 차간의 용량결합
- D : S10SCM
- ϕ : 자속변화
- I_r : RECOVERY 전류 (di/dt)

그림 2. 출력회로의 NOISE 경로



- $Z_a \sim Z_d$: Case와의 Impedance.

그림 3. COMMON MODE NOISE



- V_{NG} : Noise 원 전압
- V_N : 유기 Noise 전압
- Z : 피유도회로의 Impedance
- C_S : Noise원과 피유도측의 정전용량

그림 4. 정전용량의 증가회로

이때 정전용량(Stray Capacity) C_0 가 Noise 원 전압에 대한 정전유도는 그림4의 등가회로의 경우 식으로 나타내면 아래와 같이 된다.

$$V_N = \frac{Z}{\frac{1}{j2\pi f C_0} + Z} \cdot V_{NG}$$

여기서 V_N 을 작게하는 정전유도 대책은 다음과 같다.

- C_0 : Diode와 Heat Sink의 절연 Sheet를 Silicon 계 절연 Sheet보다도 Beryllia Ceramic이나 Alumina를 사용하면 효과적이거나 Cost 상승요인이 된다.
- Z : 고주파에서 Impedance가 작은 Capacitor를 Z 에 Shunt시킨다.(User의 규격이나 안전 규격들의 제약으로 사용에 한계가 있다.)
- V_{NG} : Diode에 급격한 전압, 전류를 인가하지 않는 것이 바람직하나 고주파화와 효율에 관계되므로 불가능하다.

[3] Circuit에 의한 Trick

Converter 출력회로에서 Power Transistor의 ON, OFF에 따라 전송된 급격한 전압은 Diode에 인가 된다. 이때 Diode와 Case 간의 정전용량 C_0 에 흐르는 Noise 전류에 따라 e_1, e_2 는 다음과

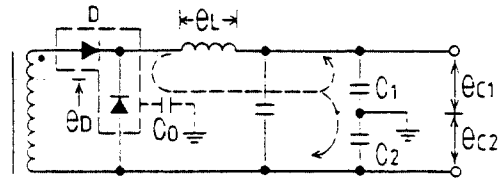
같이 해석할 수 있다.

단, C_0 의 Impedance는 Z_0 ,

C_1 의 Impedance는 Z_1 ,

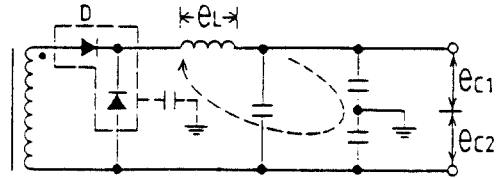
C_2 의 Impedance는 Z_2 ,

L 의 Impedance는 Z_L 이라 하고 Diode의 Recovery 전류와 기타의 분포용량은 무시한다.



D : SIOSCM(Cathode Common)

(a) Power T.R(ON)



D : SIOSCM

(b) Power T.R(OFF)

그림 5. A회로 Noise 경로

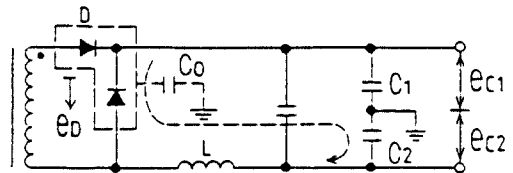
그림 5. (a) Power T.R(ON) 회로의 경우

$$e_2 = \frac{Z_2}{Z_0 + Z_2} e_D$$

$$e_1 = \frac{Z_1}{Z_0 + Z_1}$$

그림 5. (b) Power T.R(OFF) 회로의 경우

$$e_1 = \frac{Z_1}{Z_0 + Z_1} e_L$$



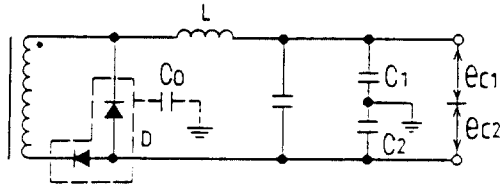
D : SIOSCM

Power T.R(ON)

그림 6. B회로 Noise 경로

그림 6. Power T.R(ON) 회로의 경우

$$e_2 = \frac{Z_2}{Z_0 + Z_L + Z_2} e_D$$



D: SIOSCMR(Anode Common)

그림 7. C회로 Noise 경로

그림 6. B회로의 Power T.R(OFF)

그림 7. C회로의 Power T.R(ON, OFF)의 경우는 Noise 전류(I_N)의 Loop 구성이 안되므로 그림 6의 $e_2(I_N \cdot Z_N)$, 그림 7의 $e_{c1}(I_N \cdot Z_n)$, $e_{c2}(I_N \cdot Z_n)$ 는 급격한 di/dt 전압이 인가되어도 나타나지 않는 것을 알 수 있다.

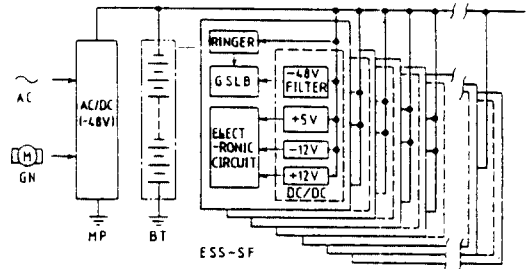
4 결론

개발제품의 Noise 측정결과 Transformer의 1,2차간의 정전용량, 1차회로의 전자유도, Magnetic Snubber에 의해 개선되긴 했으나 Diode di/dt 의 Recovery 전류등의 영향으로 e_{c1} , e_{c2} 가 나타나는 것을 알았으며 효과면에서 dv/dt 전압 인가에 따른 Spike Noise와 복사 Noise의 저감효과를 확인할 수 있다.

또 그림 6, 그림 7 회로를 응용 조합하면 Multi-output Converter의 Noise 저감에도 효과가 예상된다.

5 부 록

가. 전자교환기 전원공급 체계도
전원공급 체계도는 그림 8과 같다.



AC: 상용교류 전원 ESS SF: 교환기 shelf
GN: 교류발전기 AC/DC: 교류-직류 변환
MP: 주전원 장치 DC/DC: 직류-직류
BT: 축전기 GSLB: 가입자 보드

그림 8. 분산공급형 전원공급 체계도

나. 교환기용 전원의 특징과 요구성능

○ 고신뢰성

- 수 명 : 15~50년(13만~44만 시간 이상) 용도 및 주위환경에 따라 다르다.
- 환경조건: 전자교환기의 환경조건은 고신뢰도 유지를 위하여 양호한 조건이지만 System의 Rack 내부는 자연공냉에만 의존하며 온도상승이 되므로 고온에서의 신뢰도를 유지하여야 한다. DC/DC Converter에 대한 환경조건은 표1과 같다.

표 1. 전원의 환경조건

항 목	조 건
사용환경	-20℃ ~ +70℃, 10~90%
보존환경	-40℃ ~ +80℃, 10~90%
공냉조건	자연공냉

- 전기적특성 : 전자교환기용 전원의 전기적 특성은 장수명을 전제로 하며, 기간경과에 따른 특성변동이 없도록 사용부품의 장기평가 시험에 의한 변동치를 설계조건에 반영하여야 한다.

○ 보수성

- 보수교환 : 장애전원에 대한 보수교환이 용이하여야 한다. 즉 무공구 보수가 가능할 것. (Card 형 전원구조)
- 자기복구 : 전원의 외적요인에 의한 일괄성 장애에 대한 자기 복구 기능을 갖는다.
- 장애표시 : Alarm 신호의 송출기능, 장애표시 Lamp가 있어야 한다.

○ 안전성

- 장애파급 : 전원장애로 인한 타장치의 파손 방지가 될 것.
- 정 전 기 : 인체 정전기로 인한 오동작 방지가 될 것.

○ 관련규칙

- 안전성 : UL, CSA
- E M I : CISPR

다. 구조와 형태

전자교환기 System의 구조는 확장성과 보수교환의 용이를 목적으로 하므로 그림9와 같은 Rack 구조이고 각각의 Shelf는 전원을 내장하여 독립기능을 행할 수 있는 그림10과 같이 Unit로 되어 있고 조합에 의해 기능확장을 행한다.

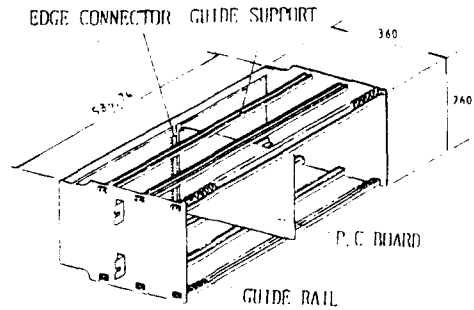


그림 10. Shelf 구조도

TDX-1A,1B에서 각 Board의 실장간격은 그림 11과 같이 Inch 간격이며 전자교환기용 전원은 보수교환이 용이하도록 그림12와 같은 Card형 구조이다.

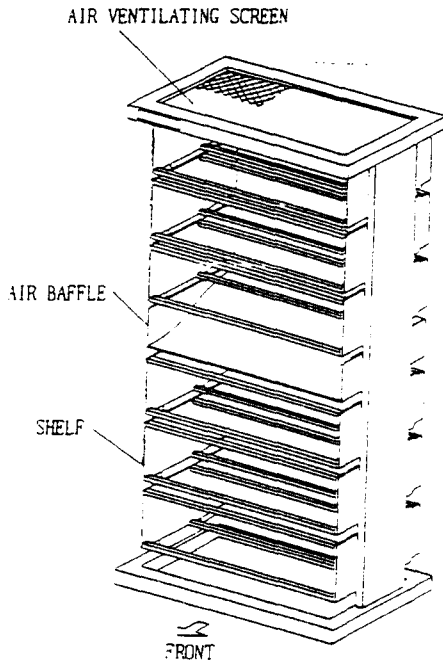
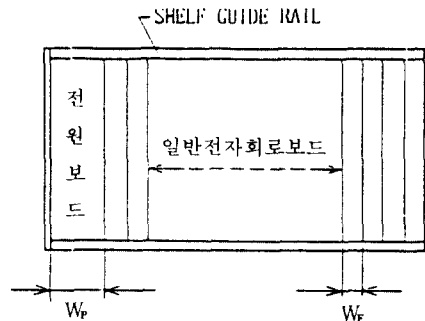


그림 9. Rack 구조도



W_E : 기준실장 PITCH : 0.3(INCH)

W_P : $W_{Exn}(n=1,2,3,4,\dots)$

그림 11. 전원보드 실장구조

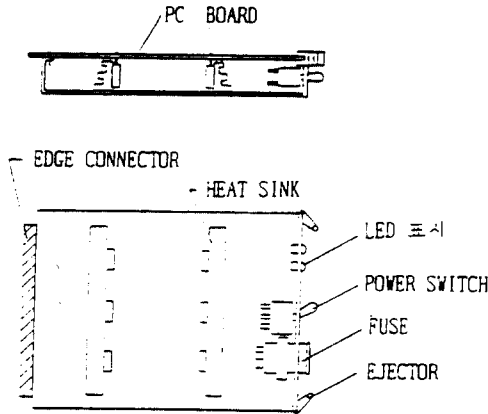
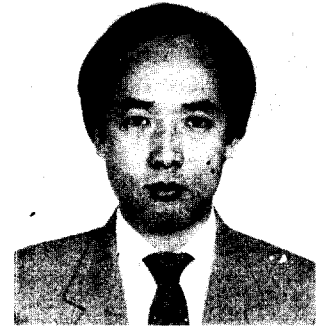


그림 12. 전원보드 내부구조도



徐 東 植

저자약력

- 1954년 2월 23일생
- 1985~현재 : (주)동아전기 기술부장 TDX Product 개발 책임자.

송송어해설

- **엠펜시스 (emphasis)** : 전송계에 있어서는 S/N비를 개선하기 위해 전송로의 잡음 특성에 따라서 미리 송신측의 입력에 찌그러짐을 갖게 하는 회로를 삽입하고 출력에 그것과 반대로 찌그러짐을 복구시키는 회로망을 삽입하는 방법이 이용되고 있다. 이것을 총칭해서 엠펜시스라고 하며, 송신측 수신측에서의 조작용 각각 프리엠펜시스, 디엠펜시스라고 한다. 동축 방식에서는 선로 손실 특성에 의하여 고주파로 열잡음에 의한 S/N비가 열화되기 때문에 엠펜시스를 이용하여 전송 대역 내에 잡음 특성의 균일화를 피하고 있다. 또 무선 방식에서는 FM 변조 특성인 삼각 잡음에 의하여 신호의 고주파 부근의 S/N비가 열화되기 때문에 엠펜시스를 사용하여 고주파 부근에서의 변조를 깊게 하여 S/N비를 개선하고 있다. 방송 중계선, 텔레비전 전송, 다중 반송 전송 등 모든 장거리 전송에 이용되고 있다.
- **역방향 다이오드 (backward diode)** : 보통의 다이오드는 순방향 전압일 때 전류가 흐르기 쉽고, 역방향 전압일 때는 전류가 흐르기 어려운데 비해 역방향 다이오드는 역방향 전압에서 전류가 잘 흐른다. 터널 효과를 이용한 것으로서 온도 특성이 안정하고 잡음이 적다는 등의 특징이 있다.
- **역방향 채널 (backward channel)** : 데이터 수신 단말에서 송신단말로 정보를 보낼 때 사용되는 통신으로서 제어 채널이라고도 한다. 이 채널은 수신된 불력의 사용 가능 여부에 대한 응답, 데이터 전송의 감시 및 제어 정보의 전송에 사용되며 일반적으로 순방향 채널보다 저속인 경우가 많다.
- **역 변조 (reverse modulation)** : 위상 변조파를 복조하는데 필요한 기준 반송파 재생에 이용되는 방법으로서, 수신 위상 변조파를 위상 검파한 후의 복조 출력에 의해 한번 더 송신측과 같은 방법으로 반대로 변조하는 것이다.