

TWTA 입력신호 동기화에 따른 불요잡음(Spurious) 영향성 및 개선방안 연구

공병민*, 이상윤*

*LIG넥스원(주)

byungmin.gong@lignex1.com, leesangyun@lignex1.com

A Study on the spurious effect and improvement method according to TWTA input signal synchronization

Byung-Min Gong*, Sang-Yoon Lee*

LIGNex1*

요 약

TWTA가 정상적으로 동작하기 위해서는 HVPS에서 TWT로 올바른 전원공급이 이루어져야 한다. HVPS는 전압생성을 위하여 외부에서 여러 가지 신호를 입력받아 TWT에 필요한 전압을 생성한다. 본 연구에서는 TWTA에서 입력받는 입력신호 동기화에 따른 TWTA의 불요잡음 영향성 및 개선방안에 대하여 기술하였다.

Key Word : TWTA, HVPS, 동기화(Synchronization), 불요잡음(Spurious)

I. 서 론

TWTA는 용도에 따라서 전자전, 위성통신, 유도탄 등 다양한 분야에 사용되고 있다. TWTA란 Traveling Wave Tube Amplifier의 약자로 진행파관 증폭기라고 부른다. TWTA는 TWT(Traveling Wave Tube : 진행파관)과 HVPS(High Voltage Power Supply : 고전압전원공급기)로 구성되어 있다. 고전압전원공급기는 진행파관 동작에 필요한 각종 전원 및 고전압을 생성하여 진행파관으로 공급해준다. 진행파관은 고전압전원공급기에서 생성한 전압을 입력받아 RF입력 신호를 증폭시키는 장치이다. RF입력신호는 진행파관에서 나선형의 코일을 따라 진행할 때, 전자총에서 방출된 전자빔이 펄스 형태로 코일의 중심을 통과하면서 전자빔의 에너지와 상호작용하면서 증폭을 하게된다. 진행파관은 내부적으로 크게 Electron Gun(전자총), SWS(Slow Wave Structure), Collector(컬렉터) 3가지로 구성되어 있다.

Electron Gun(전자총)은 Heater, Cathode, Grid 3개의 구조물로 되어 있다. Heater는 전자빔을 만들기 위해 Cathode를 가열해 주는 역할을 하며, Cathode는 Heater에 의해 가열되면서 열전자를 생성해주고, Grid는 Cathode에서 발생한 열전자의 밀집상태인 전자빔을 제어(ON/OFF)해주는 역할을 각각 담당한다. Cathode는 표면에 열전자를 생성하기 위해서 진행파관의 규격에 맞는 수k~수십kV의 큰 Cathode 전압을 필요로 한다. HVPS는 진행파관의 규격에 맞는 전압을 생성하기 위하여 외부에서 여러 입력신호들이 필요한데, TWTA의 불요잡음에 이상없이 정상적인 동작을 위해서는 SYNC(고전압전원공급기 내부 전원생성모듈들의 동기화 신호) 신호와 TDP(Transmitter Driving Pulse : 진행파관의 송신 명령신호) 신호의 동기화가 중요하다. 여기서 불요잡음이란 TWTA에서 RF신호를 증폭하여 송신을 해주는 캐리어주파수 이외의 원치 않는 주파수 성분들을 의미한다. 본 논문에서는 SYNC와 TDP 신호의 동기화 상태에 따른

TWTA의 불요잡음(Spurious) 영향성 및 개선방안에 대하여 논하고자 한다.

II. 본론

가. TWTA 불요잡음 증가현상

TWTA 시험 중, 간헐적으로 TWTA의 불요잡음이 증가하는 현상이 확인되었다. (측정값 : -41.87dBc / Typ : -49 dBc)

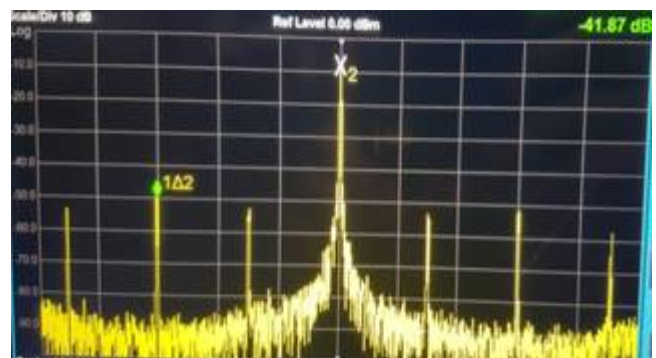


그림1. 불요잡음 증가

위 현상의 원인을 파악하기 위하여 TWTA의 검증시험을 수행한 결과, 온도챔버에서 상온, 고온, 저온 모두 해당 증상을 확인 하였다. 추가적인 검증시험 중 외부에서 인가되는 SYNC 신호와 TDP 신호를 확인한 결과, 두 신호가 동기화(펄스 ON 타이밍 불일치) 여부에 따라서 불요잡음의 크기가 변하는 것이 확인되었다.

나. 입력신호 동기화에 따른 불요잡음 검토

TWTA의 불요잡음의 경우, 캐소드 리플 전압에 의하여 영향을 받게된다. 이에 TWTA에 입력되는 TDP 신호와 SYNC 신호의 동기화, 비동기화에 따른 불요잡음의 영향성을 검토하기 위하여 TDP 신호, SYNC 신호, 캐소드 리플 전압의 파형을 비교검토 하였다.

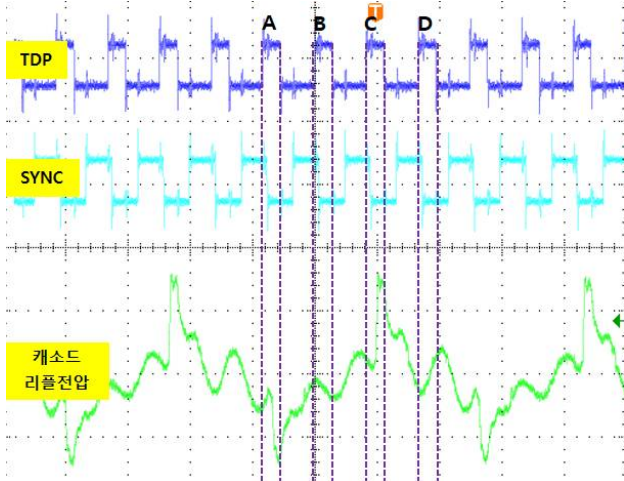


그림2. 신호 비동기화 시 캐소드 리플전압

캐소드전압은 외부의 SYNC 신호를 입력받아 HVPS에서 생성하는 고전압이다. TWTA는 TDP 신호로 명령을 받아 송신을 수행하는데 TDP와 SYNC 신호가 비동기화 될 경우, SYNC 신호에 맞춰서 생성되는 캐소드 전압의 리플이 송신구간(TDP ON 구간)에 일정하지 않고 계속 변동이 발생 하게된다(그림2 참조). 이에 그림2에서 처럼 캐소드 리플전압의 변동이 큰 구간(표1.참조)에서 송신을 하게되면 불요잡음이 증가하는 현상을 확인하였다.

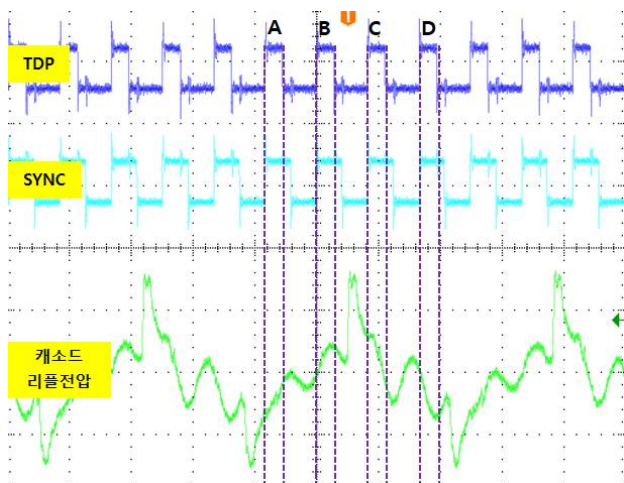


그림3. 신호 동기화 시 캐소드 리플전압

그림3은 TWTA로 인가되는 TDP와 SYNC 신호가 동기화된 상태이다. SYNC 신호로 생성되는 캐소드전압의 리플과 송신구간(TDP ON 구간)이 항상 일정하게 된다(그림3 참조). 또한 리플전압의 변동이 작은 구간(표1. 참조)에서 TWTA RF 송신 시, 불요잡음이 감소하는 것을 확인 할 수 있었다. 리플전압이 작은 구간에서 송신이 이루어 지도록 설계가 된다면, TWTA 송신은 항상 캐소드전압 리플이 작은 구간에서 이루어 질 것이고,

이에 따라서 불요잡음은 감소하게 될 것이다.

TWTA 송신구간	Cathode전압 리플 크기		차이
	비동기화 시	동기화 시	
A	1.08 V	680 mV	△ 400mV
B	600 mV	320 mV	△ 280mV
C	1.6 V	1.4 V	△ 200mV
D	1.12 V	80 mV	△ 1.04V
평 균	1.1 V	620mV	△ 480mV

표1. Cathode전압 리플

TWTA로 입력되는 TDP, SYNC 신호의 상태에 따른 Cathode 리플전압 차이를 확인해본 결과, 비동기화 상태일 때 캐소드전압의 리플이 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.

다. 불요잡음 개선방안 검토

불요잡음감소를 위하여 TDP, SYNC 신호의 주파수를 정수배로 설정하여 동기화(펄스 On타이밍 일치) 되도록 변경하였다(그림4 참조). 이후 TWTA의 불요잡음 측정결과 불요잡음이 감소하는 것을 확인하였다(그림 5 참조)



그림4. 입력신호 동기화

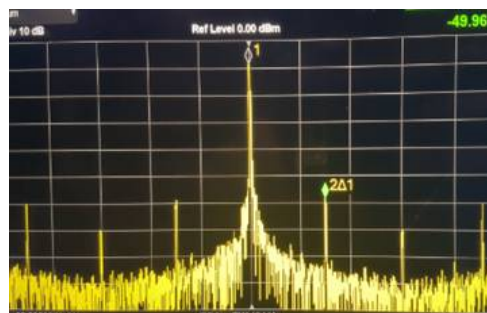


그림5. 불요잡음 감소

III. 결론

TWTA의 불요잡음은 TWTA RF송신 성능에 큰 영향을 미게 되는데, 외부에서 입력되는 SYNC와 TDP 신호들의 비동기화에 의한 불요잡음 증가가 확인 되었고, 이를 개선하기 위한 방안에 대하여 연구를 진행하였다. 이를 통하여 SYNC와 TDP 신호들의 동기화를 통하여 TWTA의 불요잡음이 개선되는 것을 확인 할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] L.SIVAN / MICROWAVE TUBE TRANSMITTERS