

VDR을 위한 선형 25Watts 고출력 증폭기 구현에 관한 연구

최준수* · 허창우*

*목원대학교

A Study on Implementation of Linear 25Watts High Power Amplifier for VDR

Jun-su Choi* · Chang-wu Hur*

*Mokwon University

E-mail : vlsiman@naver.com

요 약

본 논문에서는 VDR(VHF Data Radio)용 선형 25Watt 고출력 증폭기 회로를 설계하고 제작하여 특성을 측정하였다. VDR의 주파수 대역은 117.975~137MHz이고, CSMA(Carrier Sense Multiple Access) 다중 접속방식, D8PSK(Differential Eight Phase Shift Keyed), 25kHz 채널 대역폭을 사용한다. 또한 DO-281A MOPS에 규정된 출력 전력 및 심볼 배열 에러, 불요파 방사, 인접채널 전력을 만족해야 한다. 설계한 고출력증폭기는 DO-281A 표준을 만족한다.

ABSTRACT

This paper has been studied about design of linear 25Watt Power amplifier for VDR(VHF Data Radio). VDR's frequency band is 117.975~137MHz, and CSMA(Carrier Sense Multiple Access), D8PSK(Differential Eight Phase Shift Keyed), 25KHz's channel bandwidth use. It also stated in DO-281A MOPS output power, symbol constellation error, spurious emissions, adjacent channel power must be met. HPA is designed to meet DO-281A standard.

키워드

VDL Mode2, VHF Data Radio, MOPS, High Power Amplifier

1. 서 론

국제민간항공기구(ICAO)에서는 지속적으로 증가하는 항공 교통량의 증대로 인해 기존의 통신, 항법, 감시 및 관제 시스템의 변화를 진행하고 있다. 지상과 항공기간의 대표적인 데이터링크에는 ACARS 시스템이 존재한다. 하지만 낮은 데이터 전송률로 인한 항공 교통 업무에 제한이 있어, VDL Mode2로 변화를 시키고 있다. [1][2]

본 논문에서는 VDL Mode2의 VDR (VHF Data Radio)에 장착 할 수 있는 25Watt급 고출력 증폭기를 설계하고 제작한다.

II. 관련 규정

DO-281A MOPS (Minimum Operational Performance Standards)에는 VDL Mode2의 물리 계층에서 검증되어야 하는 항목에 대한 최소의 규정을 명시하고 있다. [3]

표 1 DO-281 송신 성능 요구항목

항 목	규 격	
출력전력	4~15Watt, 최대 25Watt	
심볼배열 에러	EVM 6% 이하	
불요파 방사	9~150kHz	-36dBm@1kHz
	150~30MHz	-36dBm@10kHz
	30~108MHz	-36dBm@100kHz
	108~117.5MHz	-36dBm@100kHz
	117.5~117.8MHz	-36dBm@10kHz
	137.175~137.475MHz	-36dBm@10kHz
	137.475~1GHz	-36dBm@100kHz
	30MHz 작은주파수	-54dBm
	1GHz 큰 주파수	-54dBm
	1599~1610MHz	-60dBm (GNSS)
인접채널 전력	1번째 인접채널 중앙 16kHz : -18dBm 1번째 인접채널 중앙 25kHz : +2dBm 2,3번째 인접채널 중앙 25kHz : -28dBm	
정제과비	최대 2 : 1	

송신부는 채널 전송속도, 송신출력, 송신 출력 상승 및 하강 시간, 불요파 방사, 정재파비, 심볼 배열 에러, 주파수 안정도, 인접채널 방사를 규정한다. 송신부에서 고출력 증폭기와 관련된 규정은 출력전력 및 심볼 배열 에러, 불요파 방사, 인접채널 전력, 정재파비 등이다.

표[1]은 DO-281A에 명시되어 있는 항목 중 송신과 관련된 규정이다. [4]

III. 하드웨어 설계 및 제작

VDR(VHF Data Radio)에 사용되는 고출력증폭기는 고출력증폭반과 스위치반으로 구성된다. 그림[1]은 고출력증폭반의 구성도이다.

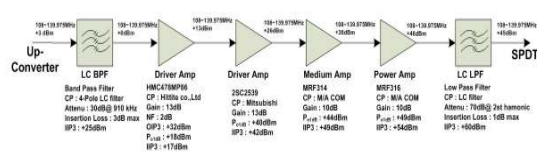


그림 1. 고출력증폭반 구성도

고출력증폭반은 상향변환반으로 부터 RF신호를 입력받는다. 4-Pole 대역 통과 필터를 사용하여 증폭 시 발생될 불요파 성분을 제거한다. 각 단계에 사용된 증폭기는 선형성을 유지하기 위하여 P_{0dB}보다 3dB 낮게 사용하였다. 또한 AB급 증폭기로 설계를 하여, 효율 대비 선형성을 최대화 하였다.

고출력증폭반 최종 출력에는 3-Pole 저역 통과 필터를 삽입하여, 발생된 2차, 3차 그 이상의 불요파 성분을 제거하였다.

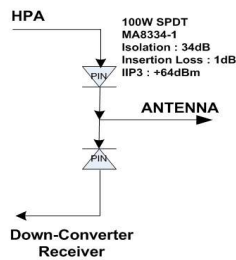


그림 2. 스위치반 구성도

스위치반은 고출력증폭반으로부터 입력된 RF신호를 VDR 내부의 제어기에 의해 송신 및 수신을 선택한다. 고출력의 RF 신호를 고속 스위칭하기 위해 PIN 다이오드를 사용하여 구성하였다. 또한 송신에서 수신 전환 시 발생 할 수 있는 불요파 성분을 최소화 하기위하여, PIN 다이오드의 바이어스 부분에 저역통과필터를 회로에 반영하였다.

설계 부분을 반영하여 제작한 하드웨어는 그림 [3]과 같다.

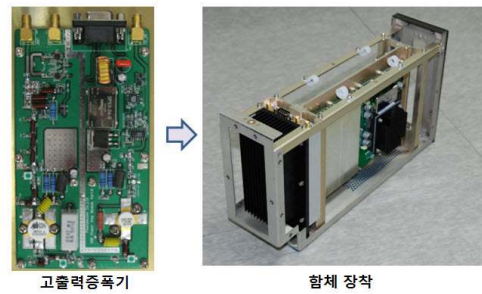


그림 3. 고출력증폭기 및 장착 형상

IV. 측정 결과 및 고찰

제작한 고출력 증폭기의 특성이 규격에 적합한지 확인하기 위해 함체에 장착하여, 시험을 수행하였다. 스펙트럼 분석기 및 벡터 분석기의 파손을 방지하기 위해 고출력 증폭기 출력 단에 30dB 감쇄기를 장착하였으며, 연결되는 케이블 손실은 1.74dB이다. 측정을 위한 주파수는 전체 대역의 처음, 중간, 끝을 사용하였다.

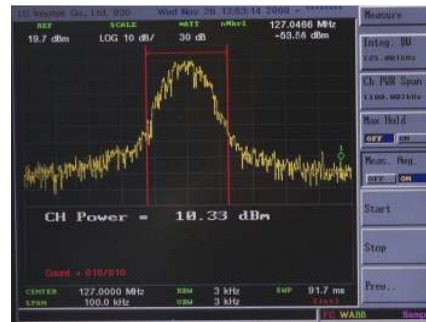


그림 4. 송신 출력 측정 (+42.07dBm)

송신출력을 측정한 결과 3개의 주파수 모두 15Watt (+41.76dBm) 이상의 출력이 확인 되었으며, 25Watt(+43.97dBm)을 넘지 않았다.

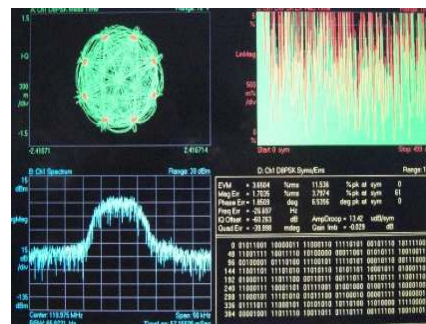


그림 5 심볼 배열 에러 측정 (3.56%)

심볼 배열 에러측정은 2단계로 진행하였다. 상향변환반을 통해 출력되는 값을 1차로 측정하고 고출력증폭기를 통과한 후의 값을 측정 하였다. 상향변환반을 통해 출력되는 EVM = 1.5%이며, 최종 고출력증폭기를 통해 출력되는 EVM=3.56%이다.

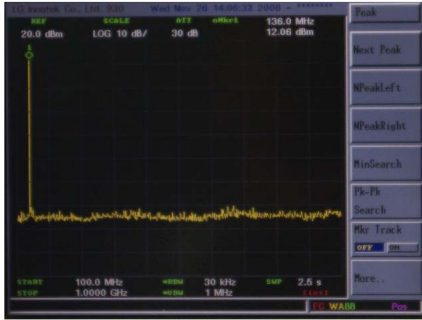


그림 6. 불요파 측정 (0.1~1GHz)

불요파는 표[1]에서 요구하는 대역으로 분할하여 측정하였으며, 결과는 모두 만족하였다.



그림 7. 첫 번째 인접채널 16kHz 대역

첫 번째 인접채널 16kHz 대역의 전력은 -22.08dBm, 25kHz 대역의 전력은 -16.13dBm이다. 정재파비는 네트워크 분석기를 사용하여 측정을 하였으며, 2:1을 넘지 않았다.

V. 결 론

본 논문에서는 VDL Mode2의 VDR에 내장 할 수 있는 고출력증폭기를 설계 및 제작을 하였다. 제작된 고출력증폭기는 검증된 VDR에 장착하여 DO-281A에 명시된 시험절차에 따라 시험을 수행 하였다. 제작 결과 출력전력 +42.06dBm에서 요구 하는 심볼 배열 에러 및 불요파, 인접채널 전력, 정재파비를 모두 만족하였다.

VDL Mode2용 VDR 장비의 경우 항공기에 장 착해서 인도하기 때문에 별도의 장착은 어렵지만, 추후 국내에서 항공기를 제작한다면 적용 할 수

있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] 배중원 외3, “민간항공용 데이터링크 기술동 향”, 항공우주산업기술동향 4권 2호, 2006
- [2] 최준수 외4, “VDL Mode-2 물리 계층 설계 및 성능 분석”, 한국항공학회 논문지 제11권 제1호, 2007년
- [3] RTCA, "Signal-in-space minimum aviation system performance standards for advanced VHF digital data communications including compatibility with digital voice techniques", RTCA D0-244A, Chap 3.0, 2000
- [4] RTCA, "Minimum Operational Performance Standards For Aircraft VDL Mode 2 Physical, Link, And Network Layer", RTCA D0-281A, Chap 2.0, 2002