

## E, F, G 밴드 디지털 주파수 측정기에 대한 연구

유운섭\*, 김은실\*, 이찬호\*, 안현관\*\*, 양홍선\*\*, 임중수\*\*\*

\*한경대학교 정보제어공학과, 생물환경·정보통신전문대학원

\*\*빅텍, \*\*\*백석대학교 정보통신학부

## A Study on Digital Frequency Discriminator (DFD) Operating in

## E, F, and G Band

YunSeop Yu\*, Eunsil Kim\*, Chanho Lee\*, Hyeon-Kwan Ahn \*\*, Hong-Sun Yang \*\*, Joong-Soo Lim \*\*\*

Dept. of Information & Control Eng., Graduate School of Bio-Environment and Information

Technology, Hankyong National University

\*\*VICTEK, \*\*\* Dept. of Information and Communication, Baekseok University

E-mail : \*ysyu@hknu.ac.kr

### Abstract

In this paper, design, simulation, fabrication method, and measured results of a digital frequency discriminator(DFD) operating in E, F, and G band are introduced. We describe the direct conversion scheme(DCS) with microwave integrated-circuit(MIC) developed for the small-area and high-speed system. When the input signal is the pulse with a pulse width of 100 ns, accuracy of frequencies measured by the DFD has 1.335 MHz RMS at no noise and 2.64 MHz RMS at signal-to-noise(S/N) ratio within 3 dB in E, F, and G band, which nearly satisfy the specification of 2.5 MHz RMS.

### I. 서론

디지털 주파수 측정기(Digital Frequency Discriminator: DFD)는 임의의 RF 신호를 입력 받아 이 신호의 주파수를 측정하는 장치로서 현대 전자전(electronic warfare) 응용에 널리 사용된다. 그 중에 항공용 DFD는 전기적 규격과 환경 규격은 물론이고 적용의 용이성을 위해 소형, 경량으로 구현되어야 하므로 기구적 규격을 고려하여 설계 및 제작이 필요하다. 이 DFD는 상대적으로 제작과 구현이 용이한 직접 변환 방식(direct conversion scheme: DCS)과 주파수 연산 위한 고집적 디지털 회로 기술을 이용한 방법이 제안되어지고 있다[1-4]. 본 논문에서는 직접 변환 방식으로 광대역 위상 상관검출기 방식을 적용한 E, F, G 밴드 DFD 및 시험결과를 통한 성능 분석 결과에 대해 기술한다.

### II. DFD 구성

그림 1은 제안된 E, F, G 밴드 DFD 구성도를 나타

낸다. 이 DFD는 수 GHz의 3 Octave 정도의 광대역 주파수를 측정하고 소형이어야 하므로 4개의 위상 채널로 구성된다. 이 DFD는 RF 회로 부분(RF Circuits), 아날로그 회로 부분(Analog Circuits)과 디지털회로 부분(Digital Circuits)으로 크게 나뉜다. 이 RF 회로 부분은 입력된 신호를 각 채널로 분배하는 8-way 전력분배기와 4개의 지연선, 4개의 I/Q 위상 상관검출기로 구성된다. 이 아날로그 회로 부분과 디지털회로 부분은 4개의 채널 안에 각각 온도감지회로, 온도보상회로, 비디오 신호 증폭기하는 아날로그 부분과 A/D 변환회로, 주파수 연산 및 오류보상 알고리즘을 구현하는 디지털 집적회로 부분으로 구성되어 있다. 입력된 RF 신호를 전력선 분배기(power divider)로 분배한 후, 그 신호는 기준선과 지연선을 통과하고 광대역 상관검출기에 입력된다. 이 상관검출기를 통과한 신호는 기저대역 I/Q 비디오 신호로 변환된다. 그 I/Q 비디오 신호는 고속 A/D 변환회로를 통하면 디지털 신호로 변환하고, 그 변환된 신호로부터 위상을 추출한다. 추출된 위상 값으로부터 주파수 연산 알고리즘을 통해서 주파수를 계산하고 온도 및 채널 오차를 보상을 수행한 후 최종 주파수를 출력한다.

그림 2는 제안된 DFD의 광대역 위상 상관검출기의 구성도를 나타낸다. 위상 상관검출기는 입력되는 고주파의 위상차를 이용하여 서로의 상관관계를 계산 후 입력 고주파 신호의 주파수 정보를 검출하기 위한 동 위상 신호인 I 비디오 및 90° 천이된 Q 비디오 신호를 출력할 수 있어야 하므로, 각 위상 채널은 2-way 전력

분배기, 지연선, 90 및 180 도 결합기(Hybrid), 검출기 (Square Law Detector) 및 저역통과여파기(LPF)로 구성된다. 이 방식은 초고주파 집적회로(microwave integrated-circuit: MIC) 패턴으로 제작해야 하는 어려움이 있지만 소요되는 능동소자의 수가 적어 저잡음 특성을 갖으며 다채널 구성 시 I/Q Mixer 방식보다 파워 레벨 밸런스의 조정이 쉽고 저렴한 가격으로 양산이 가능하다.

### III. 실험결과

그림 3 과 그림 4 은 100 ns 펄스 입력이 가해졌을 때 제작된 DFD 의 출력 성능을 나타낸다. 그림 3 의 결과는 잡음이 없을 때의 결과이고 그림 4 은 S/N 비가 3 dB 인 경우의 결과이다. 100 ns 펄스 입력과 잡음이 없는 경우에 정확도는 1.335 MHz RMS 로 2.5 MHz RMS 규격을 만족하나 100 ns 펄스에 S/N 비가 3 dB 의 경우의 정확도는 2.66 MHz RMS 로써 2.5 MHz RMS 규격에 조금 미흡하다.

### IV. 결론

E, F, G 밴드 DFD 의 설계, 제작 및 측정결과를 소개했다. 이 DFD 는 MIC 기법을 적용한 광대역 위상 상관검출기와 집적회로 기법을 적용한 주파수 연산 알고리즘을 개발하여 시스템의 소형화 및 고속화를 위한 방법을 이용한다. 제작된 DFD 측정 결과를 보면 DFD 의 주파수 측정 정확도는 100 ns 펄스에 대해 E, F, G 밴드 내에서 잡음이 없는 경우와 S/N 비가 3 dB 인 경우에서 각각 1.335 MHz RMS 와 2.64 MHz 로 2.5 MHz RMS 규격을 거의 만족한다. DFD 의 주파수 오류 측정결과에서 볼 수 있듯이 제작된 DFD 는 매우 우수한 전기적 성능을 발휘함을 알 수 있다.

### Acknowledgements

본 논문은 빅텍의 지원과 2단계 BK-21 사업 지원에 의해서 연구되었습니다.

### 참고문헌

- [1] James Tsui, Microwave Receivers with Electronic Warfare Applications, John Wiley & Sons, 1986.
- [2] Richard Wiegand, Radar Electronic Counter-measures System Design, Artech House, 1991.
- [3] R. G. Ranson, *et al.*, "A rapid channel detection system for EW receivers", Microwave Symposium Digest, 1990., IEEE MTT-S International, pp. 961, vol. 2, 1990.
- [4] S. A. Butt, *et al.*, "Design and Simulation of Microwave Front end of a DIFM Receiver using COTS", Proceeding IEEE INMIC 2003, pp. 224, 2003

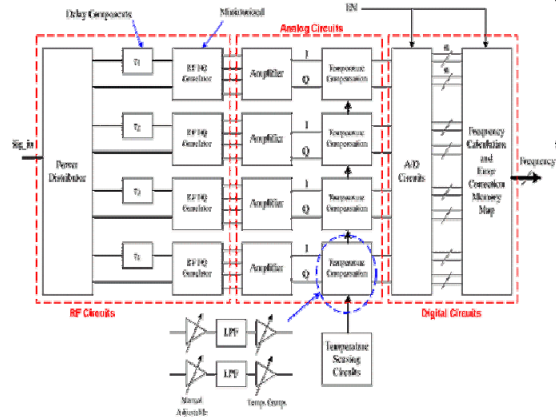


그림 1. 제안된 E, F, G 밴드 DFD 구성도

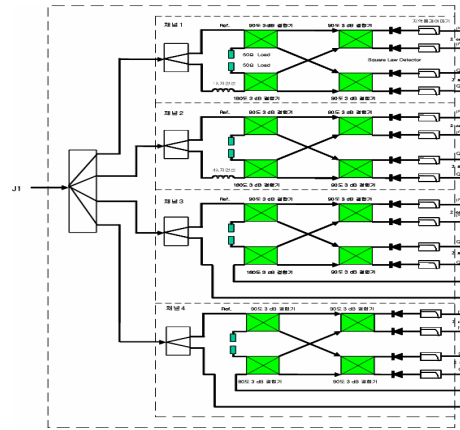


그림 2. 제안된 광대역 상관검출기 구성도

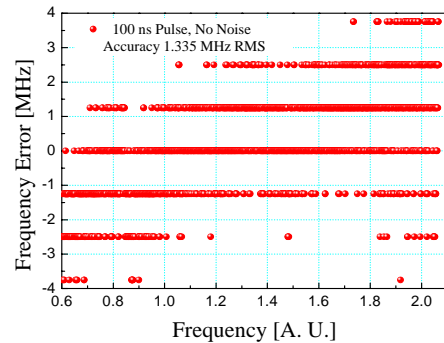


그림 3. 잡음이 없고 100 ns 펄스에서 DFD 주파수 오류 측정 결과

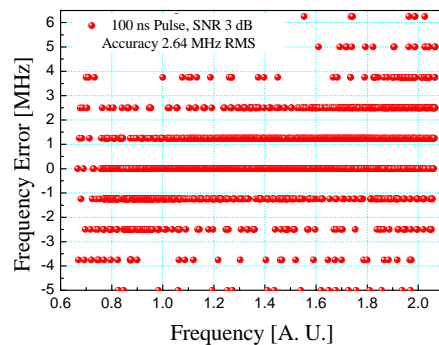


그림 4. SNR 3 dB 와 100 ns 펄스에서 DFD 주파수 오류 측정 결과