

FM-CW 레이더에서의 송신 누설 전력 영향 분석

이종길*

*인천대학교

Analysis of Transmitter Leakage Effects in a FM-CW Radar

Jonggil Lee*

*University of Incheon

E-mail : jnglee@incheon.ac.kr

요 약

연속적인 파형을 사용하는 레이더에서는 시스템의 수신감도 향상을 위해서는 부득이 분리된 송신 및 수신 안테나를 사용하여야 한다. 이러한 분리된 안테나의 경우에도 송신 단에서 전송되는 매우 강력한 신호파형의 전력은 미약한 수신신호에 심각한 간섭현상을 일으킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 안테나간의 격리 정도에 따라 다르게 나타나는 송신 누설전력에 의한 수신 신호에 대한 간섭이 시스템에 미치는 영향을 고찰하였다.

ABSTRACT

In a radar system using a continuous waveform, the separated antennas are needed for transmission and reception to increase the sensitivity of the receiver channel. Even for these separated antennas, the serious interference in the weak echo signal can occur due to the relatively strong power of the transmitted waveform. Therefore, in this paper, the effects of this leakage interference on the receiving signal are analyzed according to the degree of antenna isolation.

키워드

Transmission leakage, Continuous waveform, Interference, Radar system

I. 서 론

연속적인 파형을 방사하는 주파수 변조 레이더에서와 같이 송신 안테나에서 지속적으로 전자파 신호가 방사되는 경우에는 인접한 수신 안테나에 비교적 큰 영향을 미칠 수 있다. 안테나의 격리 정도에 따라 다소 다르게 나타날 수 있지만 미약한 수신신호를 탐지, 추출하는데 심각한 장애를 초래할 수 있다.

그러므로 본 논문에서는 이러한 강력한 누설 신호가 수신 단에 유입되는 경우 송수신 전력 및 안테나 격리 정도에 따른 비트 신호 주파수 대역에서의 신호 및 간섭 특성을 분석하였다. 아울러 상대적으로 매우 약한 반사전력을 가질 것으로 예상되는 목표물들의 특성을 감안한 시스템 성능의 열화 정도에 대하여 고찰하였다.

II. 레이더 수신 신호

선형 주파수변조 방식의 레이더에서 송신 안테나의 송신신호를 기준으로 하여 수신 반사파 신호들을 복조하면 다음과 같이 표시할 수 있다[1].

$$S(t) = C_r \exp\left[j\{2(at_d - \pi f_d t) + \phi_0\}\right] \quad (1)$$

여기서 a , C_r 은 상수를 나타내며 ϕ_0 는 초기 위상 상수, t_d 는 지연시간을 표시한다. 그런데 송신 단에서 상대적으로 높은 누설 전력이 수신 안테나에 들어오는 경우에는 대부분 지연시간이 워낙 짧으므로 비트 주파수는 거의 0 Hz 에 가까운 중심 주파수를 나타내게 되며 도플러 변이 주파수는 없다. 따라서 다음과 같이 표시될 수 있다.

III. 결과 및 결론

$$S(t) = C_r \exp\left[j\{2(at_d - \pi f_d) + \phi_0\}\right] + C_t \exp(j\phi) \quad (2)$$

그러나 실제로는 시간에 따른 주파수 변조 시 선형성 정도에 따라 시간에 따른 위상 변화가 나타날 수 있으며 이는 송신누설 전력에 의하여 형성되는 간섭 스펙트럼이 낮은 비트 주파수 대역을 점유하게 되는 경우를 의미한다[2]. 이렇게 될 경우 누설전력에 의하여 점유된 낮은 비트 주파수 대역에서는 상대적으로 미약한 수신신호의 분리가 거의 불가능하게 되리라는 것을 알 수 있다. 이와 같은 누설전력이 존재하는 경우 그림 1 및 그림 2 에서 이에 따른 비트 스펙트럼들을 각각 표시하여 보았다. 여기서 배경잡음은 고려하지 않았다.

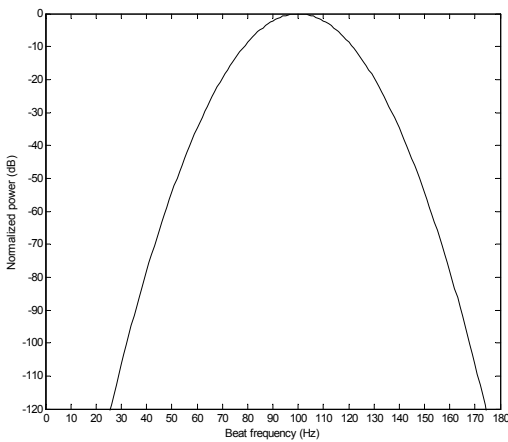


그림 1. 송신누설 전력이 없는 비트 신호 스펙트럼

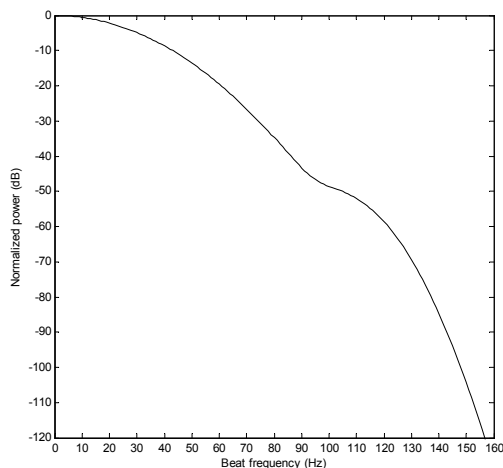


그림 2. 신호전력 침투치에 비해 50dB 강한 송신누설 전력이 포함된 비트 신호 스펙트럼

그림 1과 그림 2에서 확인할 수 있는 것처럼 약 120dB 정도의 동적영역을 가지는 고감도 레이더 시스템인 경우에도 송신누설 전력 침투치가 목표물의 반사 신호전력 침투치에 비해 50dB 높은 경우 비트 스펙트럼에서 목표물 신호만을 탐지하여 비트신호를 복원하기가 거의 불가능하다는 것을 알 수 있다. 실제로 송신 누설전력의 크기가 목표물의 반사 신호 전력에 비하여 30~70 dB 이상 크게 들어올 가능성이 높은 경우가 자주 발생할 수 있으며 이러한 경우에는 레이더의 성능에 심각한 문제를 발생시키게 된다[3][4]. 특히 군용 시스템의 경우 고의적인 재밍 또는 간섭 등이 존재하는 상황에서는 이와 같은 문제점들이 더욱 증폭되어 나타나게 된다.

그러므로 이러한 시스템들의 설계에서는 송수신단의 격리도를 최대한 확보하는 것이 매우 중요하다. 그러나 현실적으로는 설계조건에 제약 상 높은 송수신 격리도를 얻기 어려운 경우가 자주 있으며 이러한 경우에는 송신되는 주파수 신호를 기준으로 하여 수신단에 유입되는 누설전력을 상쇄시키는 방법에 관하여도 고찰하여야 할 것이다. 즉, 추후 연구에서는 본 논문에서 언급된 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 레이더 시스템 송수신단 누설전력 제거에 필요한 협대역 또는 광대역 스펙트럼 간섭신호들의 상쇄를 위한 효율적인 방안들에 대한 고찰 및 분석이 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] A. Tessmann et al., "Compact single-chip W-band FMCW radar modules for commercial high-resolution sensor applications", *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 50, no. 12, pp. 2995-3001, Dec. 2002.
- [2] K. W. Chang et al., "Forward-looking automotive radar using a W-band single-chip transceiver", *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 43, no. 7, pp. 1659-1668, July 1995.
- [3] K. Lin et al., "A Ka-band FMCW radar front-end with adaptive leakage cancellation", *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 54, no. 12, pp. 4041-4048, Dec. 2006.
- [4] J. A. Scheer and J. L. Kurtz, *Coherent radar performance estimation*, Artech House, 1993.
- [5] M. I. Skolnik, *Introduction to radar systems*, McGraw-Hill, 2001.