

동기발진기를 이용한 FM-DS/SS 통신 시스템의 구현

Implementation of FM-DS/SS System Using Synchronous Oscillator

정명덕* · 변건식**

Myeong-Deok Jeong* · Kun-Sik Byon**

요 약

FM 송수신기를 이용하여 170.120 MHz 대역의 FM-DS/SS 통신 시스템을 구현하였다. 송신부에서는 FM 캐리어를 프리스케일러로 분주하여 확산 부호(PN)의 클럭(1.329 MHz)으로 사용하였고, 변조된 FM-DS/SS 신호는 전형적인 $(\sin x/x)^2$ 스펙트럼임을 알 수 있었다. 수신부에서는 역확산을 위하여 동기발진기(SO)를 응용하였다. 그리고 그림 1, 그림 2, 그림 4에서와 같이 동기발진기를 슬라이딩 상관기로 구성하여 동기부에 적용한 결과, FM-DS/SS 시스템의 수신 동기부에서 양호한 특성을 얻을 수 있었다.

본 논문에서는 FM-DS/SS 통신 시스템 구성에서 수신부 동기를 위하여 동기발진기를 사용하였다는 점이며, 이를 뒷받침하기 위하여 동기발진기에 대한 동기 곡선과 특성들에 대한 실험 결과들을 제시하였다.

Abstract

In this experiment I have made FM-DS/SS system replacing 170.120 MHz by utilizing FM transmitter and receiver. In the transmitter, the result shows that the modulated FM-DS/SS signal is a typical $(\sin x/x)^2$ spectrum by using the clock(1.329 MHz) of PN divided from FM carrier. In the receiver, SO(Synchronous Oscillator) was applied to despread. Like figure 1, 2, and 4 when I applied SO, which consists of sliding correlator, to synchronous a favorable properties could be obtained in the receiver of FM-DS/SS system.

In this paper, I used SO in order to take synchronous in the construction of FM-DS/SS system, and to support it I presented the result of the experiment on synchronous curve and properties of OS.

I. 서 론

확산스펙트럼(spread spectrum) 통신은 송신 신호의 주파수 대역폭을 정보 신호의 주파수 대역보다 넓게하여 전송하는 통신 방식을 말한다. 이렇게 하면 전파 방해와 같은 전파 간섭에 대하여 매

우 강하므로 군통신에서 적의 통신을 교란하기 위한 목적으로 발사되는 제밍(jamming) 신호들의 영향을 적게 받으며, 선택성 페이딩이나 다중경로 페이딩 등에 강할 뿐만 아니라, 동일 주파수대에서 복수의 통신을 할 수 있다. 그러나 SS 통신 방식에서 문제점 중의 하나는 동기 회로로 사용되는 DLL이나 TDL(Tau Dither Loop)의 동기포착 시

*부산정보대학 정보통신계열(Group-Dept. of Information Communication, Pusan College of Information Technology)

**동아대학교 전자공학과(Dept. of Electronic Eng., Dong-A University)

· 논문 번호 : 981231-137

· 수정완료일자 : 1999년 7월 23일

간과 추적 대역폭 제한이다. 즉 자기 상관 함수가 크고 상호상관 함수가 작은 동기 부호를 만들기 어렵다는 것이다.

본 논문에서는 이와 같은 단점들을 보완하기 위하여 동기발진기를 사용하고, S/N가 낮은 신호와 신호가 없는 시점에서도 동기 되어 발진하는 특성을 이용하여 부호동기에 응용할 수 있음을 제시하였다.

따라서 본 시스템의 송신부는 아날로그 가청주파수 입력 신호에 대하여 FM 변조된 출력에 DS/SS 변조를 거쳐 FM-DS/SS 신호가 되게 하였다. 수신부에서는 FM-DS/SS의 피변조파를 송신부와 동일한 PN 부호로 역확산한 후 FM 수신부에서 복조된 신호가 추출되었다. 이때 수신부 동기를 위하여 동기 발진기를 사용하였으며, 실험 결과 양호한 동기 특성을 알 수 있었다.

II. FM-DS/SS 통신 방식

2-1 FM-DS/SS 통신의 원리

FM-DS/SS 통신 방식의 기본 구성은 그림 1과

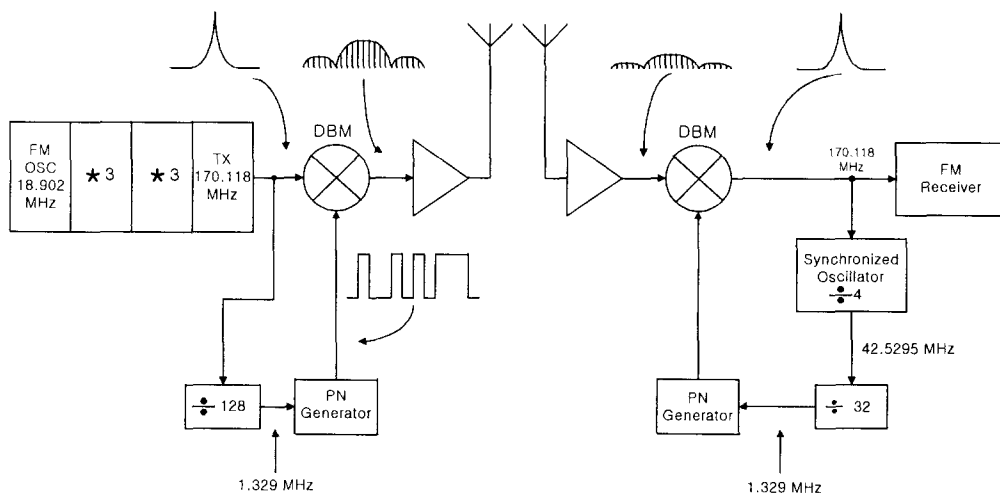


그림 1. FM-DS/SS 시스템의 기본 구성

Fig. 1. Basic construction of FM-DS/SS system.

같다^[16].

그림 1에서 음성은 협대역의 FM을 이용하여 변복조하고, DS/SS 방식을 적용한 2위상 천이변조(BPSK) 방식을 통해 변복조하는 구성도이다.

대역 확산(SS)에 사용되는 PNG(Pseudo Noise Generator)는 FM 캐리어를 분주하여 데이터 신호와 함께 동기 클럭으로 사용되고, 음성변조된 신호는 DBM(Double Balanced Mixer)에서 PNG 클럭 속도와 동일한 대역폭을 갖는 확산스펙트럼 형태의 FM-DS/SS 신호로 변조된다. 이러한 2위상 천이변조된 신호는 송신부 변조 출력에서와 같이 $(\sin x/x)^2$ 스펙트럼으로 나타난다.

수신부에서는 슬라이딩 상관기로 동기하는 SO를 이용하여, 역확산을 위한 수신부 동기부로 사용되는 특징이 있다. 따라서 수신부 복조를 위해서 PN 부호는 시간 영역에서 자기상관 값을 추출할 수 있는 슬라이딩 상관기이어야 하며, 송신부 FM 변조지수(Δf) 범위 내에서 주파수를 추적하여 동기한다.

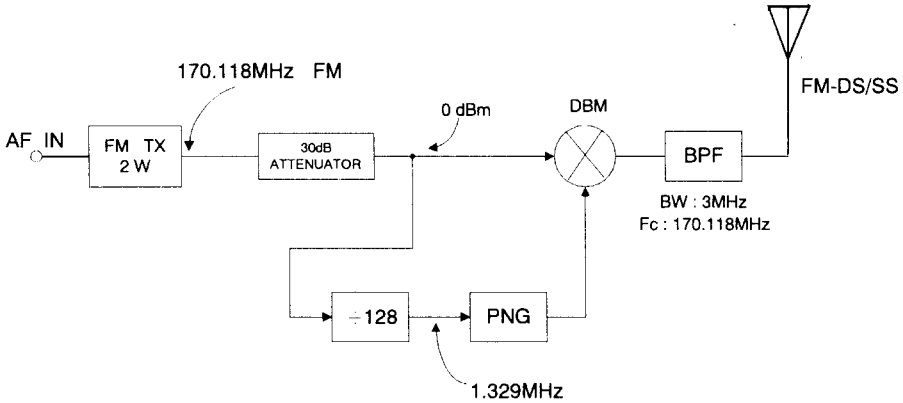


그림 2. 송신부 블록다이그램

Fig. 2. Block diagram of transmitter.

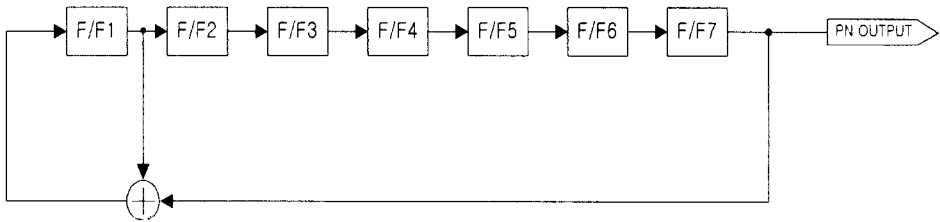


그림 3. M계열 부호 발생기

Fig. 3. Linear shift-register sequence generator.

2-2 송신부의 구성

FM 변조된 신호는 DS/SS로 변조하기 위하여, RF의 출력에 30 dB 감쇠기를 삽입하여 0 dBm 캐리어 신호를 DBM의 입력측에 인가한다. 또 인가된 FM RF(170.118 MHz) 신호에서 PN 부호 발생부의 클럭 신호를 추출하기 위하여 프리스케일러를 사용하였다. 먼저 16 분주하여 10.63 MHz의 클럭을 만들고 다시 범용의 IC를 이용하여 8분주하면, 170.118 MHz 캐리어에 대하여 전체 128 분주된 1.329 MHz의 주파수를 얻을 수 있으며, 이를 PNG 클럭으로 사용하였다.

DBM은 FM 출력과 PN 클럭 속도의 두 배에 해당하는 대역폭 확산방식으로 변조하기 위해 사용하였다. 이렇게 변조된 신호는 FM-DS/SS 신호가

되고, 확산신호의 부엽을 제거하기 위하여 DBM의 출력단에 대역통과 필터(BPF)를 사용하였다.

2-2-1 PN 발생부

확산부호로 사용하는 PN부호는 일정 주기를 가진 랜덤한 부호이다. 이러한 부호에는 M계열 부호 Gold 부호, Kasami 부호 등이 있지만 본 논문에서는 부호발생이 쉬운 M계열부호(Maximum Length Code)를 사용하였다.

2-3 수신 시스템과 동기부의 구성

FM-DS/SS 수신부의 구성은 그림 4와 같다. 본 시스템은 DS/SS 변조된 FM 신호를 역확산시키기

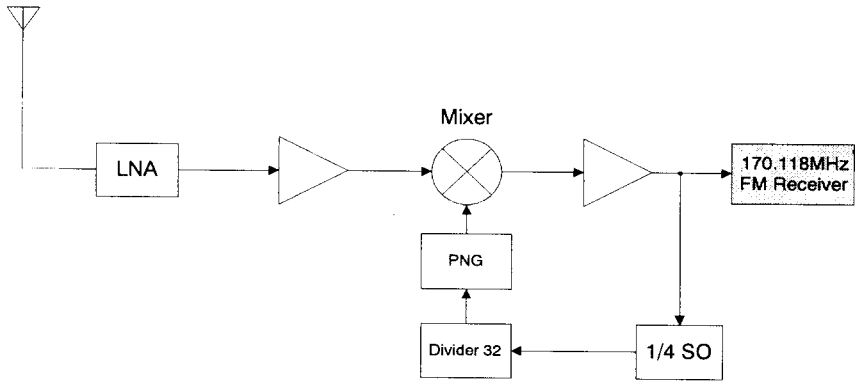


그림 4. FM-DS/SS 수신부의 블록다이그람

Fig. 4. Block diagram for FM-DS/SS receiver.

위하여 슬라이딩 상관기를 구성하였으며 그 내부에 동기발진기를 이용하였다.

수신부는 안테나 및 전치증폭부, 1/4저조파에 동기하는 동기발진부(SO), 동기발진기의 출력(42.53 MHz)으로부터 PN 클럭(1.329 MHz)을 얻기 위한 분주기, 송신부와 동일한 패턴으로 동작하는 PN 발생기, 신호를 역확산시키기 위한 믹서, FM신호를 위한 FM 수신기 등으로 구성되어 있다.

170.118 MHz FM-DS/SS 신호는 전치증폭단(LNA)과 증폭단을 거쳐서 믹서 레벨에 맞는 충분한 크기의 신호가 된다. 믹서 출력은 감소되므로 동기발진기 입력 레벨을 증가시켜 동기대역을 넓히고, FM수신기의 감도를 높이기 위해 증폭기를 사용하였다.

동기발진기는 170.118 MHz의 1/4 고조파에 동기 되도록 설계되었으므로 동기발진기의 출력주파수는 40.5295 MHz가 된다. 또한 PNG 클럭을 얻기 위해 동기발진기 출력 주파수는 32 분주되며, 분주기 최종 출력 주파수는 1.329 MHz가 된다.

그림 4에서, 1/4 SO, 32분주기, PNG, 혼합기(Mixer)를 연결하는 페루프 형태로서 동기 발진기의 동기 대역폭 범위 내에서 PN 부호동기를 취하여 최대 출력을 얻게 되는 현상을 슬라이딩 상관 특성이라고 한다. 그림 4, 그림 5는 PN 부호 동

기가 이루어진 FM-DS/SS 시스템에서의 슬라이딩 상관 출력을 보여주고 있으며, 이와 같은 결과를 역확산이 되었다고 한다.

2-3-1 동기부의 구성

그림 5는 동기발진기의 기본구성을 나타내었다. 이 회로의 발진기는 변형된 콜피츠 발진기로서, 트랜지스터 T_1 은 주입된 신호를 증폭하여 트랜지스터 T_2 에 전류를 인가한다. 따라서 트랜지스터 T_1 은 트랜지스터 T_2 에 알맞는 능동 에미터 부하와 같다. 양 트랜지스터에서의 전류는 주로 바이어스 저항 G 에 의해 결정된다.

발진을 하기 위하여 T_2 가 가지는 3개의 궤환 경로는

- 1) C_1 을 통해 T_2 의 베이스에 이르는 경로
- 2) C_2 와 C_3 사이점으로 부터 T_2 의 에미터에 이르는 경로
- 3) T_2 에 대하여 T_1 에 의한 직렬 부궤환이다.

동기발진기는 내부 고이득을 갖는 비선형 발진기이면서, 동조 범위내에서는 포화된 출력을 가진다^{[7]~[9]}. 인가된 입력 신호는 위상 변화가 있지만, 발진기의 출력신호 진폭을 저해하지는 않는다. 이

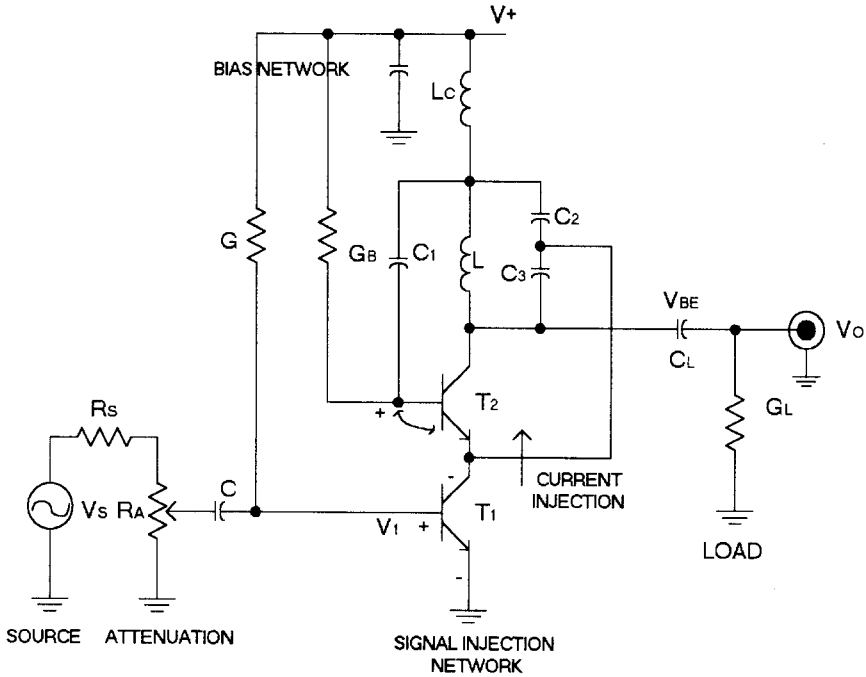


그림 5. 동기발진기의 기본 개념도

Fig. 5. Functional description circuit of SO.

위상 변화는 T_1 의 상호 컨덕턴스 G_{M1} 과 T_2 의 상호 컨덕턴스 G_{M2} 인 이들의 비선형성에 기인하므로 [7], [9] 인가되는 외부 신호에 의해 증가하는 부성 저항의 변화량이 동기화 과정에서 중요한 요소로서 작용한다. 이에 대한 결과는 그림 9와 같다.

2-3-2 동기발진기의 선형적 해석

동기화의 개념을 이해하기 위하여 그림 5를 소 신호 교류등가 모델로 나타내면 그림 6과 같다.

그림 6의 등가회로는 발진을 유지하기 위해 $G_{M2} \gg G_L C_2 / C_3$ 가 되어야 하며, $G_L \gg G_B$ 일 때 자주 발진 주파수는 다음과 같이 정의된다 [7], [10].

$$\omega_0^2 = \frac{C_2 + C_3}{LC_2 C_3} \quad (1)$$

그리고 입력신호 V_i 가 주입될 때 출력에 대한 미

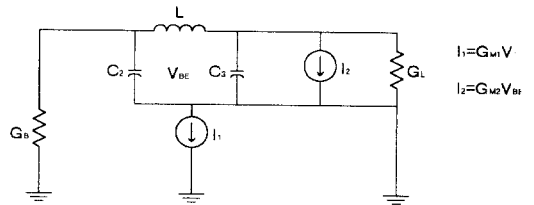


그림 6. 동기발진기의 선형해석

Fig. 6. Linear analysis of SO.

분방정식은 식 (2)와 같다 [11].

$$V_0' + \omega_0^2 V_0 = \frac{G_M}{C} V_i \quad (2)$$

여기서, $C = C_3(1 + C_3/C_2)$ 이다.

식 (3)과 식 (4)의 형태로 해를 가정하고, 순시 미분 위상 식 (5)와 순시 동조범위 식 (6)을 가정 하면 동기발진기의 동작을 해석할 수 있다 [11].

$$V_0 = \overline{V}_0 e^{j(\omega_i t + \theta_0)} \quad (3)$$

$$V_i = \overline{V}_i e^{j(\omega_i t + \theta_i)} \quad (4)$$

$$\phi = \theta_0 - \theta_i \quad (5)$$

$$\Delta\omega = \omega_0 - \omega_i \quad (6)$$

식 (2)에 식 (3)~식 (6)를 대입하면 식 (7)과 같다.

$$\dot{\phi} = -3K(\sin \phi - \Delta\omega/K) \quad (7)$$

여기서, $K = \frac{G_M \overline{V}_i}{2C \overline{V}_0}$ 는 동기발전기에 대한 주입 상수이다.

SO에 대한 두 영역은

- 1) 구동되어 잠금(lock)되지 못한 경우 $\Delta\omega/K \gg 1$
- 2) 구동되어 잠금(lock)된 경우 $\Delta\omega/K \ll 1$

로 나눌 수 있고, 동기화 또는 lock-in의 조건은 다음과 같은 조건이 필요하다.

$$\Delta\omega/K \ll 1 \quad (8)$$

이때 SO의 동조 대역폭은

$$\Delta f_0 = \frac{G_M \overline{V}_i}{2C \overline{V}_0 \pi} \quad (9)$$

으로 주어지며, 이것은 입력신호 V_i 의 크기에 비례하는 순시적 동조대역폭으로서, 동기발전기의 동조대역폭이 식 (9)와 같이 주어질 때 동기화 또는 lock-in에 대한 조건은 식 (8)과 같고, 식 (10)과 같이 이득-동조 대역폭을 정의할 수 있다.

$$\frac{\overline{V}_0}{\overline{V}_i} \cdot \frac{G_{m1} \overline{V}_i}{2C \overline{V}_0 \pi} = \frac{G_{m1}}{2\pi C} \quad (10)$$

식 (9)에서 \overline{V}_0 는 특별한 바이어스 조건(특정한

G_{M1} 등)일 때이고, 동조 대역폭은 식 (10)을 유지하기 위해 입력 신호 레벨의 변화에 따를 것이다. 이와 같이 동기발전기의 동기(lock) 영역내에서는 입력신호의 크기에 따라 동조대역폭이 변화하면서도 출력의 진폭은 일정하지만, 동기(lock)되지 않은 영역에서 살펴보면, 인가 주파수 ω_i 에서 동기발전기의 출력 전압의 스펙트럼 요소는 다음과 같다^{[8],[12]}.

$$\overline{V}_0(\omega_i) = j \frac{\overline{V}_i}{\frac{\Delta\omega}{K} + \sqrt{(\Delta\omega/K)^2 - 1}} e^{j\omega_i t} \quad (11)$$

즉, 비동기 되었으나 구동된 동기발전기는 $\pm \pi/2$ 위상인 인가 주파수에서 이산푸리에 성분들을 만들어 내며, 주파수 차이에 따라 극성을 변화시킨다.

2-3-3 동기발전기의 동기 곡선과 특성

그림 7에서 SO의 동기 곡선 영역을 구분하여 보면

- 1) 동조영역 또는 구동되어 동기된(driven and locked) 영역 "a"이다. 주파수 f_1 과 f_2 사이의 동작 영역에서 일정한 신호 크기로 출력된다.
- 2) 과도영역 또는 구동되었으나 비동기된(driven

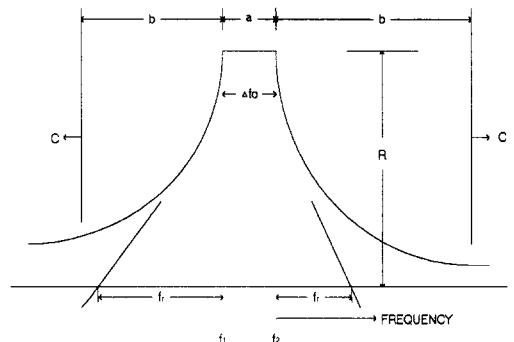


그림 7. 동기발전기의 동작 영역

Fig. 7. Operation region of an SO.

but unlocked) 영역 "b"이다.

- 3) 'C' 영역은 동기발진기 입력단의 필터링 등에 의해 결정되는 부분이다.
- 4) R' 영역은 동기된 동기발진기 출력의 최대 레벨이다. 동기 영역내에서 가장 높은 크기의 신호 레벨을 출력한다. 이것은 신호대잡음비(S/N)의 크기로 나타낼 수 있다. 이와 같은 동기 곡선은 동기발진기가 가지고 있는 몇가지 특성 가운데 동기발진기의 독특한 특징의 하나이다.

그리고 동기발진기 입력측에 인가되는 신호는 동기발진기의 내부위상을 변화시키며, 동기발진기의 출력신호의 진폭은 lock-in 영역에서 일정하게 유지되고, lock-in 영역을 벗어나서 주입된 신호는 동기발진기의 주파수 변별 또는 필터링 특성으로 결정된다. 이와 같은 개념의 실험 결과가 그림 8에 주어져 있다.

따라서 동기발진기는 위상동기보다는 주파수 동기방식에 적용하는 것이 유리할 것이다. 만약 위상동기와 주파수 동기를 필요로 하는 시스템인 경우 동기발진기를 이용한 CPSO(Coherent Phase Synchronous Oscillator)를 이용하는 것이 바람직하다.

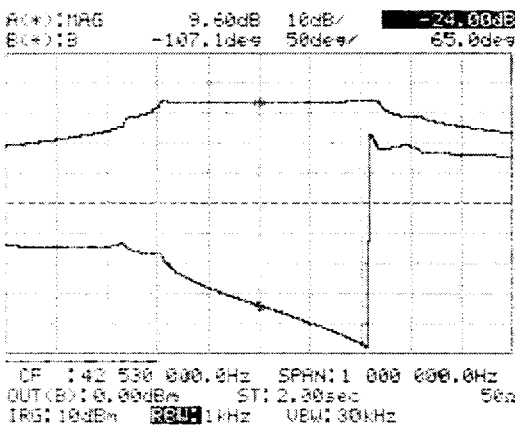


그림 8. 동기발진기의 동기이득-위상 특성
Fig. 8. Gain-phase characteristics of SO.

그리고 동기발진기의 중요한 면중의 하나는 "동조" 범위로서 -36, -29, -21, -16 dBm의 주입 캐리어 레벨에 대한 동기발진기의 동기특성 곡선을 그림 9에 나타내었다.

그림 9는 42.53 MHz를 기준으로 하는 동기발진기에 대하여 입력 주파수 변화에 대한 실험 결과를 나타낸다. 출력 진폭은 lock-in범위에서 변하지 않고 일정하게 유지되며, 각 입력 신호 레벨들에 대한 "이득" 또는 "감도" 특성을 보여준다. 그림 9에서와 같이 -36 dBm 캐리어 레벨에서는 가장 급격한 "이득"곡선을 볼 수 있다. 그러므로 -36 dBm 캐리어는 모든 곡선이 제공하는 가장 높은 감쇄를 야기한다는 것을 알 수 있다. 예를 들어, -100 dBm의 주입 레벨에서의 동기범위는 매우 협대역일 것으로 예측할 수가 있다.^{[13],[14]}

2-3-4 동기발진기의 구성

그림 10은 수신부에 인가되는 중심주파수(f_c) 170.118 MHz에 대하여 $1/4 f_c$ 로 동작하여, 인가되는 신호에 동기하는 42.5295 MHz 동기발진기의 구성도이다.

수신부의 BPF는 송신 변조시 발생하는 측파대 및 고조파, 또는 신호의 전송과정 등에서 유기될

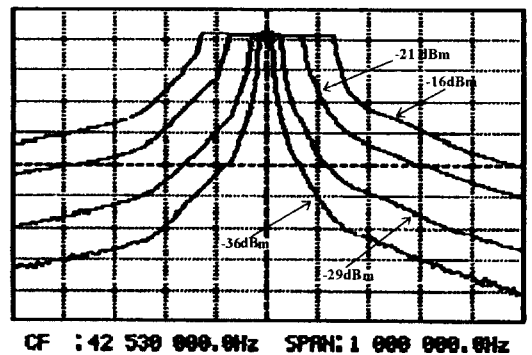


그림 9. 입력레벨에 따른 동기발진기의 이득-대역폭
Fig. 9. Gain-bandwidth curve of SO with input level.

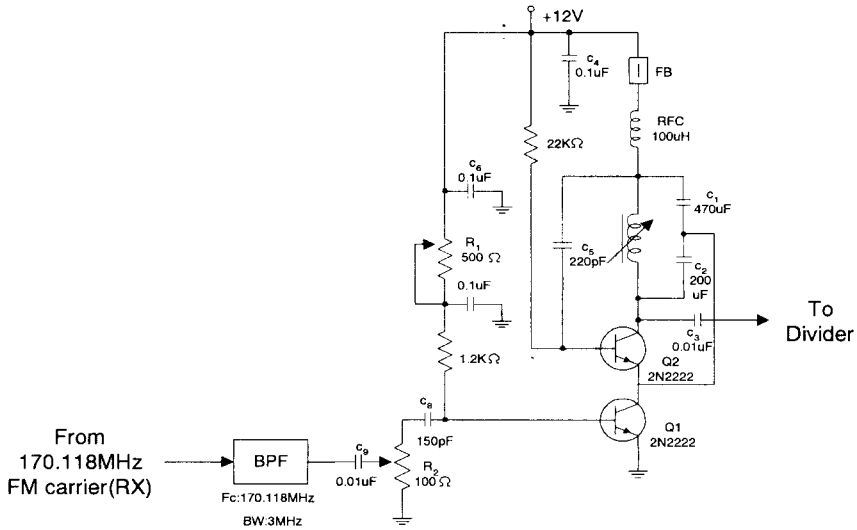


그림 10. 동기발전기의 회로($f_0=42.5295$ MHz)

Fig. 10. Circuit of SO with oscillation($f_0=42.5295$ MHz).

수 있는 잡음 등을 제거함으로써 동기발전기가 생성되는 신호에 대하여 동기할 수 있는 현상을 미리 차단한다. 이는 동기발전기가 가지는 특성 중에서 고조파 및 저조파에 잘 동조하는 성질 때문이며, 이와 같은 특성을 이용하여 수신부의 동기발전기는 170 MHz 대역이라는 고주파 영역에서 보다, $1/4f_c$ 영역인 42.53 MHz의 낮은 주파수에 동조하는 동기발전기를 구현함으로써 수신부의 하드웨어 구현의 용이성 등을 고려하였다.

그림 11은 동기발전기 출력(42.53 MHz) 주파수 특성을 보인 것으로 동기발전기의 입력측에 무신호시의 주파수 발전이 42.53 MHz를 중심으로 대역폭 500 KHz에 대하여 발전하는, 선스펙트럼 형태로서 정현파 발전을 잘 보여주고 있다. 그리고 주기 신호가 없는 시점에서 동기 특성을 실험한 결과, 입력되는 신호가 비주기이면서 제2고조파와 제4고조파 및 $1/4$ 저조파인 상태에서도 정확하게 동기하는 출력 특성을 얻을 수 있었다^{[13],[15]}.

Ⅲ. 실험 및 검토

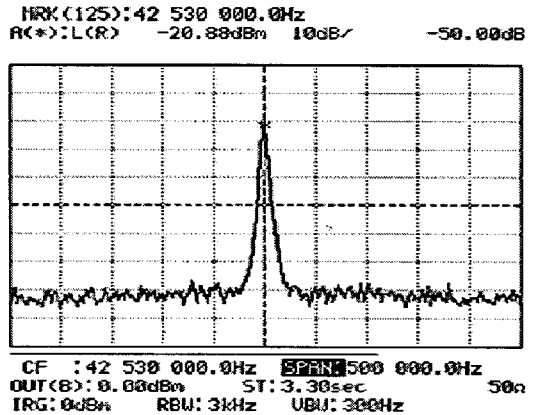


그림 11. 42.53 MHz 동기발전기의 출력 스펙트럼
Fig. 11. Spectrum waveform of SO output(free-running 42.53 MHz).

그림 12와 그림 13은 170.120 MHz의 FM 반송파를 1.329 MHz의 확산부호(PNG)로 변조한 확산스펙트럼(FM-DS/SS) 출력을 보여준다.

그림 12는 중심주파수 170.120 MHz, SPAN 8 MHz의 스펙트럼이므로 주엽의 대역폭은 PN 부호 속도(1.329 MHz)의 2배에 해당하는 2.65 MHz 대역

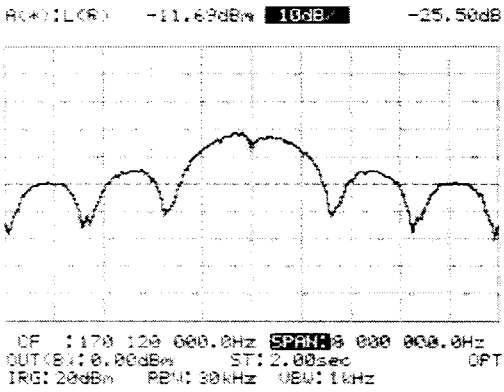


그림 12. 변조기의 출력 스펙트럼
Fig. 12. Output spectrum of modulator.

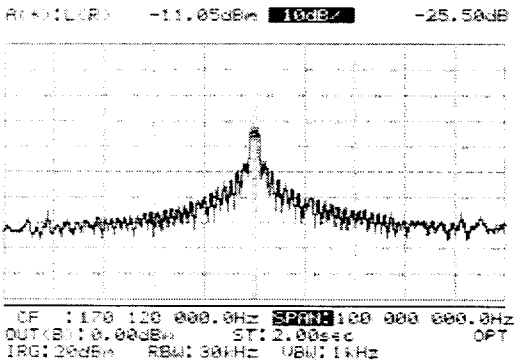


그림 13. 변조기 출력 스펙트럼
Fig. 13. Output spectrum of modulator.

에 걸쳐 포락선 형태를 보여 주고 있다. 부엽은 거의 -14 dB이하 낮은 레벨이며 약 1.33 MHz의 대역폭을 갖고 있는 전형적인 $(\sin x/x)^2$ 스펙트럼 형태임을 알 수 있었다.

그림 13은 중심주파수 170.120 MHz, SPAN 100 MHz의 변조 출력 스펙트럼을 보여준다. 일반적인 협대역 신호와 비교하여 광대역 특성을 볼 수 있다.

그림 14, 그림 15는 수신부 상관 출력이면서 복조된 FM RF 신호 스펙트럼이다. 그림 14에서 출력레벨은 약 -3dBm 정도이고, 상대적으로 잡음을 포함한 고조파등의 신호는 -43dBm 이므로 신

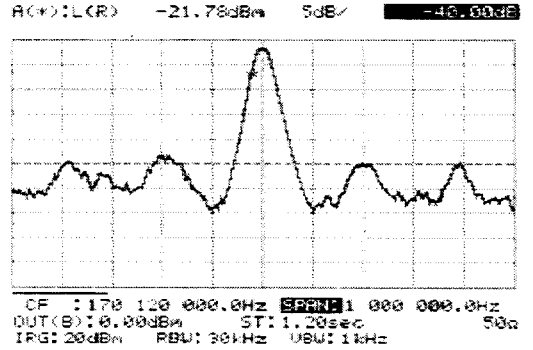


그림 14. 대역폭 1MHz인 복조 출력 스펙트럼
Fig. 14. Output spectrum of demodulator(span 1 MHz).

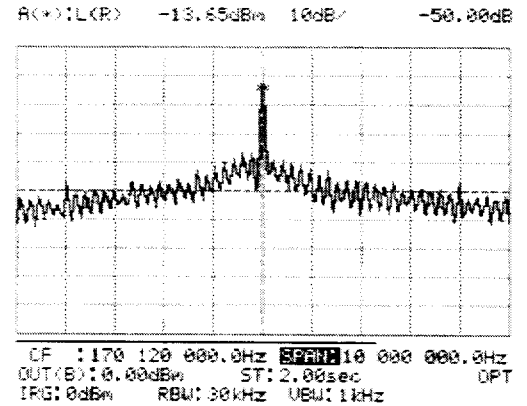


그림 15. 대역폭 10MHz인 복조 출력 스펙트럼
Fig. 15. Output spectrum of demodulator(span 10 MHz).

호대 잡음의 레벨 차이는 약 40 dBm 정도가 되어 양호한 신호를 얻을 수 있었다. 이러한 특성은 DS/SS 통신 방식이 지니고 있는 상관성에 기인한 것으로 외부 잡음에 강한 특성을 잘 보여 주고 있다. 또 고조파를 포함한 잡음 신호레벨은 FM RF 수신단의 필터에서 한번더 제거되므로 DS/SS 변조를 하므로써 훨씬 양호한 특성을 얻을 수 있었다.

그림 15는 복조 출력 신호를 SPAN 10 MHz로 나타낸 스펙트럼이며, 상관된 출력레벨은 거의 같지만 상관 상태에 따라 부분적으로 고조파를 포함

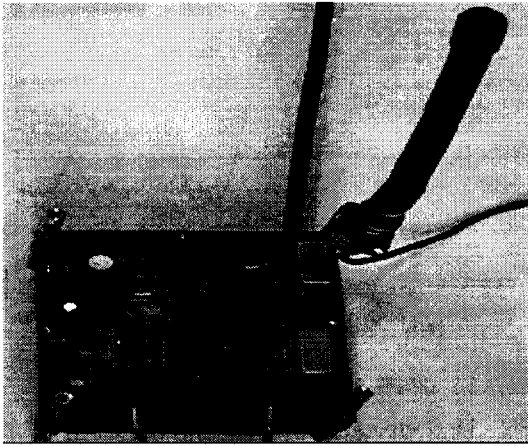


그림 16. 제작된 FM-DS/SS 변조기

Fig. 16. Implementation of the FM-DS/SS modulator.

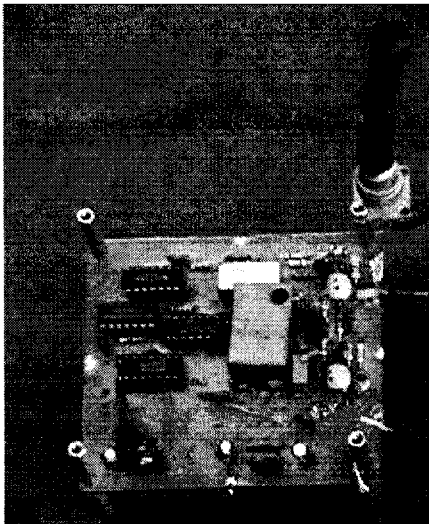


그림 17. 제작된 FM-DS/SS 복조기

Fig. 17. Implementation of demodulator.

하고 있음을 확인하였다.

그림 16과 그림 17은 FM-DS/SS 시스템을 구현을 위한 변복조 장치들이다. 복조기에서 동판으로 차폐되어 있는 부분이 동기 발진부이다.

IV. 결 론

본 논문은 FM 송수신기에 대역확산 변조 기술을 적용한 FM-DS/SS 시스템을 구현한 것이다. DS/SS를 적용하기 위하여 FM 신호에서 추출한 신호를 분주하여 1.329 MHz의 PN 클럭을 얻었으며 이 PN 클럭으로 확산신호를 발생하였다. 따라서 확산 대역폭은 PN 클럭의 2배인 2.658 MHz가 되었다.

수신부의 동기 회로는 동기발진기를 사용하였으며 슬라이딩 상관기를 구성함으로써 DS/SS 신호를 역확산하여 FM 신호를 얻었다. 송신부의 FM 신호는 주파수 편이를 가지므로 이를 분주해서 얻은 PN 클럭도 주파수 편이가 있지만 동기발진기를 이용함으로써 이 문제는 해결되었다. 동기회로로 동기발진기를 사용했기 때문에 먼저 동기발진기의 동기특성 실험을 실시하였다.

그림 9에서와 같이, 42.53 MHz를 기준으로 하는 동기발진기에 대하여 입력 주파수 변화에 대한 실험 결과는 출력 진폭이 lock-in범위에서 변하지 않고 일정하게 유지되었다. 이러한 특성은 DS/SS 통신에서의 동기 방식인 DLL 및 TDL에서는 볼 수 없는 장점이며, 또 동기발진기가 고조파 및 저조파에 잘 동조함으로써 수신부에서는 확산된 캐리어 170.118 MHz의 1/4 주파수인 42.5295 MHz의 동기발진기를 이용하여 슬라이딩 상관기를 구성함으로써 쉽게 역확산이 가능하며, 저조파에 동조하는 동기발진기를 구성함으로써 간단히 동기 문제를 해결할 수 있었다.

본 논문의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 입력신호의 레벨에 따라 동기발진기는 추적대역폭이 달라진다. 특히 입력신호 레벨이 낮을 때 동기발진기는 필터성 적응 발진기가 된다.
2. 동기발진기는 신호가 연접 상태일지라도 입력신호의 위상을 기억하여 발진한다.
3. 고조파 및 저조파 주파수 영역에서도 적응하여 동기하기 때문에 동기발진기는 동기형 주파수 체배기 또는 주파수 분주기로서 사용할 수 있다.

4. 동기발진기는 이동체의 운동에 의해 생기는 도플러가 발생해도 추적범위가 넓기 때문에 충분히 동기할 수 있다.
5. 수신시 1/4 고조파에 동기하는 동기발진기를 이용하여 슬라이딩 상관기로 구성함으로써 송신신호를 수신부에서 쉽게 역확산시킬 수 있다.
6. 동기발진기는 간단한 하드웨어로 구성할 수 있으며 PLL이나 코스타스 루프보다 특성이 안정하며 추적대역폭이 넓다.
7. 송신 신호는 주파수 편이를 갖지만 수신시 동기발진기를 사용함으로써 주파수 편이에도 불구하고 역확산할 수 있다.

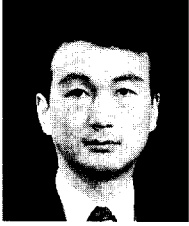
앞으로는 본 논문에서 완전히 구현하지 못한 안테나 정합 부분과 DS/SS 시스템에서의 동기발진기가 갖는 위상차를 해결하는 CPSO(Coherent Phase Synchronous Oscillator) 적용에 관한 연구를 더 진행할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] W. Lam and S. Tantaratana, *Theory and Application of Spread-Spectrum System*, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, US, 1994.
- [2] Marrin K Simon, et al, *Spread spectrum communication handbook*, McGraw-Hill, 1994.
- [3] Dixon, *Spread Spectrum Systems*, John Wiley & Son, 1984.
- [4] George.R Cooper and Clare, D. McGillem, *Modern Communications and Spread Spectrum*, McGraw-Hill., 1986.
- [5] 横山光雄, *スペクトル 확산 시스템*, 科學技術出版社, 1988.

- [6] Ziemer and Peterson, *Digital Communication and Spread Spectrum Systems*, Macmillan Publishing Company, 1985.
- [7] T. Flamouropoulos, "An analysis of the nonlinear transconductance in a synchronous oscillator", *M. S. thesis*, Lehigh Univ, Bethlehem, PA, 1985.
- [8] M. Armand, "On the output spectral of unlocked driven oscillators", *Proc. IEEE*, vol 57, pp. 798, May, 1969.
- [9] M. Tam, "A theoretical analysis and design of a coherent phase synchronous oscillator", *M.S. thesis*, Lehigh Univ., Bethlehem, PA, 1989.
- [10] Kuo, *Network Analysis and Synthesis*, New York: Wiley, 1962.
- [11] P. Runge, "Phase-locked loops with signal injection for increased pull-in and reduced output phase jitter", *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-24, pp. 636, June, 1976.
- [12] A. Kesteloot, "A practical direct-sequence spread-spectrum UHF link", *ARRL*, pp. 8,47~54, Dec., 1990.
- [13] V. Uzunoglu, "Universal clock recovery network for QPSK modems", *U.S. Pat.* 4,274,067, June, 16, 1981.
- [14] V. Uzunoglu, "Carrier recovery networks for QPSK modems employing synchronous oscillators", *U.S. Pat.* 4,355,404, Oct., 19, 1982.
- [15] 정명덕, 변건식, "동기오실레이터 해석과 특성에 관한 연구", *한국전자과학회논문지*, 제7권, 제4호, pp. 336~345, 1996.
- [16] 정명덕, 박지연, 변건식, "FM을 이용한 DS/SS (FM-DS/SS)시스템 구현", *한국전자과학회 논문지*, 제9권, 제1호, pp. 98~107, 1998.

정 명 덕



1960년 5월 9일생
1989년 2월: 부경대학교 전자공학과(공학사)
1991년 2월: 동아대학교 전자공학과(공학석사)
1998년 6월: 동아대학교 전자공학과(공학박사)

1979년 11월~1993년 2월: 한국통신 근무
1993년 3월~현재: 부산정보대학 정보통신계열 조교수
[주 관심분야] 확산대역통신, 통신시스템

변 건 식



1950년 1월 7일생
1972년 2월: 항공대학교 항공전자공학과(공학사)
1980년 2월: 동아대학교 전자공학과(공학석사)
1987년 8월: 영남대학교 전자공학과(공학박사)

1989년 8월~1990년 7월: 국립요코하마대학 객원교수
1980년 3월~현재: 동아대학교 전자공학과 교수
[주 관심분야] 확산대역통신, GPS, TCM