제2장

기본회로, 기능회로, 발진, 변조, 복조, 회로방식 등

고주파 회로

櫻井紀佳/濱田倫一/渡邊明禎/宇仁茂義

휴대전화나 PHS를 비롯한 이동체 통신에의 관심이 높아지고 있지만, 이들 기기는 고주파 기술을 빼놓고 개발할 수 없다. 전자회로 전체적으로 디지털화가 진행되어, 디지털에 대한 관심이 높아지는 반면, 아날로그 회로가 약간 주춤하는느낌이 든다.

고주파 회로는 이동체 통신의 마지막 에어 인터페이스를 담당하고, 또한 디지털 회로를 고속으로 동작시키기 위한 가장 기본이 되는 것이다. 본 용어집은 특히 이와 같은 점에 초점을 맞추어, 최근 흔히 등장하는 용어와 기본적으로 중요한용어에 중점을 두었다. <櫻井紀佳>

기본회로

공진회로(resonance circuit)

그림 1에 나타낸 바와 같이, L과 C로 구성된 회로. 직렬공진 회로와 병렬공진 회로가 있다. L과 C는 서로 양음의 리액턴스를 가지기 때문에, 양자가 상쇄하는 주파수에 있어서, 병렬공진에서는 임피던스가 최대, 직렬공진에서는임피던스가최소로 된다.

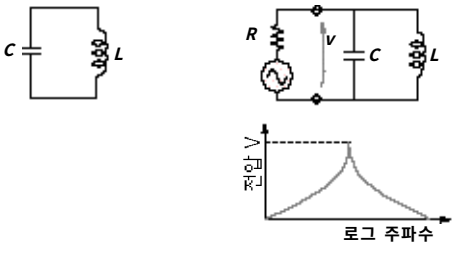
필터 등 주파수 선택성을 가지는 회로를 구성하기 위한 요소 회로로 사용된다. <濱田倫一>

직렬공진 회로

그림 2와같이등가적으로코일과 콘덴서가직렬으로되어 있는 공진회로. 공진점에서는 코일과 콘덴서의 리액턴스가 상쇄되어 임피던스는 0으로 된다. 실제 소자에는 반드시 저항분 R이 있기때문에임피던스는 R과같아진다.

병렬공진 회로

그림 3과 같이 등가적으로 코일과 콘덴서가 병렬으로 되어 있는 공진회로. 공진점에서는 코일과 콘덴서의 리액턴스가 상승(相乘)적으로 작용, 공진 임피던스가 ∞로 된



(a) 공진회로 (b) 병렬공진 (c) 직렬공진

그림 1.공진회로

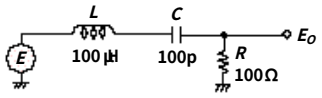


그림 2. 직렬공진 회로

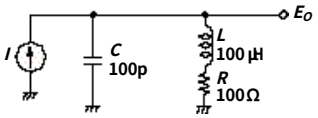


그림 3. 병렬공진 회로

다. 실제 소자에는 반드시 저항분이 있기 때문에 공진 임피던스는 유한값으로 된다.

기능회로

LNA(Low Noise Amplifier)

저잡음 증폭회로. 수신기 초단에 적용되는 잡음지수가 작은 증폭기.

중간주파 증폭회로(IF amplifier)

수퍼 헤테로다인 방식의 수신기에 있어서, 중간주파 신호를 증폭하는 회로. 주파수 선택 특성을 확보하기 위해 일반적으로 협대역이며, 고이득으로 설계된다. 또한 복조회로 입력 레벨을 일정하게 유지하기 위해서, AGC 회로가 수납된다. <濱田倫一>

AGC(Automatic Gain Control)

입력신호 레벨이 변화해도 출력신호 레벨이 일정하게 되도록, 증폭기의이득을 가변 제어하는회로 <濱田倫一>

무선통신에서는 매우 약한 신호부터 강력한 신호까지를 수신하지만, 강력한 신호에서도 일그러지지 않도록 출력음량을일정하게할필요가 있다.

그래서 신호 입력부터 출력까지의 도중에 이득을 제어하는 AGC 회로를넣는다.

자동이득제어

[동]→AGC <櫻井紀佳>

RSSI(Received Signal Strength Indicator)

수신신호 강도 표시 신호. AGC의 피드백 신호 등에 이용하는 경우도 있다. <濱田倫一>

수신신호의 강도 표시. 최근의 이동체 통신에서는 타국에 대한 불필요한 방해의 방지와 전력의 유효 이용을 목적으로, 중계국에서 오는 수신신호의 강도에 맞추어 송신전력을 제어하고 있다. 일반적으로 RSSI는 이것에 사용되고 있다. 아마추어 무선에서는 신호강도를 S1 S9로 나타내며, 이 보다 강한 것을 S9+40dB 등으로 나타내고 있다. <櫻井紀佳>

리미터(limiter)

진폭 제한기. 일반적으로 고이득 증폭기와 조합하여 사용한다. 입력신호 레벨의 변동에 대해, 출력신호 레벨을 일정하게 유지한다. FM 신호와 같은 일정한 포락선의 변조방식에 적용된다.

진폭 제한 회로

[동]→리미터

HPA(High Power Amplifier)

대전력 증폭회로 <濱田倫一>

믹서(mixer)

두 신호를 혼합하는 회로. 일반적으로 증폭 소자의 비선형성을 이용하여 곱을 얻는다. 주파수가 다른 두 신호를 승산하면 양자의 합과 차의 주파수 스펙트럼이 발생한다. 캐리어 주파수의변환에 이용한다. <濱田倫一>

혼합기. 두 가지 다른 주파수의 신호를 승산하여 새로운 두 가지 다른 주파수의 신호를 만들어 내는 회로. 실제로는 필요한 한쪽의 하나의 신호를 꺼내는 경우가 많다. 오디오 관계에서 사용되고 있는 믹서는 두 신호를 가산하는 것으로 기능이다르다. <櫻井紀佳>

MIX

[동]→믹서

혼합회로

[동]→믹서 <濱田倫一>

변환회로(converter)

좁은 의미에서는 주파수 변환회로를 의미한다. 믹서와 국부 발진회로로 구성되는 회로에 대해, 1석으로 국부발진과 혼합을 하는 회로를 특히 구별하여 가리키는 경우도 있다.

Conv.

[참]→변환회로 <宇仁茂義>

DBM(Double Balanced Mixer)

이중 평형변조기. 믹서의일종. <濱田倫一>

2조의 balanced mixer로 구성된 믹서. IC, 트랜지스터, 다이오드 등으로 구성된다. 다이오드에 의한 것을 그림 4에 나타낸다. <櫻井紀佳>

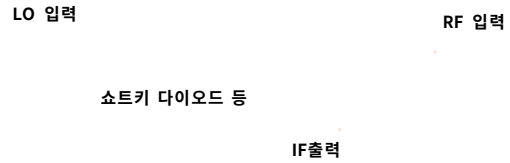


그림 4. DBM(Double Balanced Mixer)

탱크 회로(tank circuit)

공진회로의 별칭. 진자(pendulum)가 위치 에너지와 운동 에너지를 고유 주기로 교환하면서 에너지를 계속 유지하는 것과 같이, 전기 에너지와 자기 에너지를 공진 주파수로 교환하면서 에너지를 유지하는(축적하는) 데서 붙여진 명칭. <濱田倫一>

주파수 체배회로(frequency multiply circuit)

발진기 등의 출력에 포함되는 고조파 성분을 이용하여, 정수배의 주파수를 얻는 회로. 제2 고조파를 사용하여 2배의 주파수를 얻는 것을 2체배(doubler), 제3 고조파를 사용하여 3배의 주파수를 얻는 것을 3체배(tripler)라고 한다.

채배회로(multiply circuit)

[참]→주파수 체배회로

더블러(doubler)

[참]→주파수 체배회로

트리플러(tripler)

[참]→주파수 체배회로 <櫻井紀佳>

프리엠퍼시스(pre−emphasis)

[대]→디엠퍼시스

FM 변조 방식에서는 SN비는 변조지수에 비례하고, 변조지수는 변조 주파수에 반비례한다. 따라서 변조 주파수가 높을수록 변조지수가 내려가고, SN비가 악화된다. 그래서, 사전에 송신측에서 변조 신호의 고역을 강조한다. 이것을 pre−emphasis라고 한다. 일반적으로는 콘덴서와 저항에의한 1차 하이패스 필터가 사용된다.
<櫻井紀佳>

복조된 신호의 SN비 등을 개선하기 위해 변조 신호의 특정한주파수 성분을 강조하여 변조하는것. <渡邊明禎>

디엠퍼시스(de−emphasis)

[대]→프리엠퍼시스

출력전압이 주파수에 반비례하는 처리를 하는 회로. pre−emphasis된 변조파를 수신측에서 복조하면 고역일수록 신호가 강조되고 있다. 이것을 원래의 신호로 되돌리기 위해서는 pre−emphasis 회로와 같은 시정수로 역특성의 회로를통과시킨다.

일반적으로는 콘덴서와 저항에 의한 1차 로패스 필터가 사용된다. <櫻井紀佳>

프리엠퍼시스에 의해 강조된 주파수 성분을 수신측에서 복조후에 원래대로되돌리는것. <渡邊明禎>

IDC 회로(Instantaneous Deviation Control circuit)

FM 또는 PM 변조에 있어서, 변조의 피크에서 순간적으로 규정의 deviation을 넘지 않도록 피크를 제한하는 회로. 이에 따라 인접 채널에 대한 방해를 억제하여 평균 변조도를 올릴수 있다.

순간 편이 제어회로

[동]→IDC 회로

APC(Automatic Power Control)

자동 전력 제어회로. 고주파 전력증폭 회로에서는 트랜지스터의 이득이나 포화 전력 등의 편차, 부품의 편차 등의 영향으로 일정한 출력 전력으로 하기가 곤란하다. 그래서, 출력 전력을 검출하여, 참조 전압과 비교하여 부귀환을 걸어 일정한 전력으로 하는 기능이다. 온도나 전원전압의 변화에 의한 출력 전력의변동에도 효과가 있다.
<櫻井紀佳>

발진기

자려발진기(self oscillator)

자기의 출력을 자기의 입력에 정귀환시켜 발진시키는 발진기. 보통 귀환 루프의어딘가에공진회로를가지고 있다.

수정발진기(crystal oscillator)

수정 발진자를 공진기로 하여 발진시키는 주파수 안정도가 높은 발진기. 수정의 결정축으로부터 절취하여 각도에 의해 온도 특성이 변한다. DT 커트는 2차곡선, AT 커트는 3차곡선으로 된다. 이동체 통신 등에서는 AT 커트가 흔히 사용되고있다. <櫻井紀佳>

부하 용량(load capacitance)

수정 발진회로의 수정 발진자에서 본 발진회로측의 커패시턴스. <宇仁茂義>

주파수가 안정한 수정 발진에서도 회로에 부가되어 있는 정전용량에 의존하여 주파수가 변화한다. 따라서 용량을 규정할 필요가 있으며, 그림 5와 같이 수정 발진자의 단자에서 본 용량을 부하 용량이라고 한다. AT 커트의 수정 발진자에서는15 50pF가일반적이다. <櫻井紀佳>

국부발진기(local oscillator)

super heterodyne 방식의 수신기가 내장된 주파수 변환용의 발진회로. <濱田倫一>

국소적으로 사용하는 발진기. 무선 송수신기 등에서, 주파수 변환 등의 목적으로 일정 또는 가변 주파수의 발진출력을얻는데 사용한다. <宇仁茂義>

LO

[동]→국부발진기

국발

[동]→국부발진기 <宇仁茂義>

VCO(Voltage Controlled Oscillator)

전압제어 발진기. 발진주파수를 제어단자에 가하는 직류전압에 의해 변화시킬 수 있는 발진기.

OCXO(Oven Controlled Xtal Oscillator)

온도 제어형 수정발진기. 수정 발진회로를 항온조에 삽입함으로써 고안정화를 꾀한 것. ±0.1ppm 이하의 주파수 안정도가 얻어진다.

TCXO(Temperature Compensated Xtal Oscillator)

수정 발진회로에 온도 보상회로를 부가함으로써 고안정화를 꾀한 것. ±0.3ppm 이하의 주파수 안정도가 얻어진다. <濱田倫一>

POCO(Precision Oven Controlled Oscillator)

고정밀도의 OCXO.

VXO(Variable Xtal Oscillator)

주파수가 가변할 수 있는 수정 발진회로. 수정 발진회로의 수정 발진자와 직렬로 적당한 인덕터를 삽입하면 기본 발진주파수보다 0.5% 정도 낮은 주파수까지 가변할 수 있다.

VCXO(Voltage Controlled Xtal Oscillator)

전압에 의해 주파수를 가변할 수 있는 수정발진기. VXO의 가변 커패시턴스를 가변용량 다이오드로 치환한 것이일반적이다. <宇仁茂義>

BFO(Beat Frequency Oscillator)

SSB의 신호를 복조할 때, 원래의 캐리어에 상당하는 신호로 하기 위한 발진기. 전신의 복조일 때에도 사용되며, beat음을 발생시켜 복조하기 때문에 이러한 어원이 붙어졌으며, SSB가실용화되기전부터 사용되고 있었다. <櫻井紀佳>

오버톤 발진회로(overtone oscillator)

수정 발진자는 기본 주파수 뿐만 아니라, 홀수차의 주파수에도 공진점을 가지는 것을 이용하여, 홀수차 주파수의 발진 출력을 얻는 회로. 3차, 5차 등이 일반적이다. overtone 발진하면 그 발진 출력에는 기본파나 그 짝수차의 주파수 성분은 나타나지 않기 때문에 spurious가 적다. <宇仁茂義>

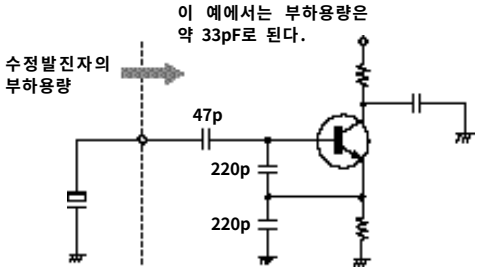


그림 5. 부하용량

PLL 주파수 신시사이저

PLL(Phase Locked Loop)
그림 6과 같이, VCO의 출력으로부터 직접 또는 분주기를 통해서 위상 검파기의 한쪽 입력단자에 입력하고, 다른 한쪽의 입력단자에 기준 발진기의 신호를 입력하여 위상 검파를 한다.
위상 검파기의 출력신호는 루프 필터를 통해서 VCO를 컨트롤하는 피드백 회로를 구성하고 있다. 이렇게 해서 기준 발진기의 위상에 VCO를 동기시킨다. 주파수 신시사이저나 FM 복조기 등에이용되고 있다.

위상 동기 루프
[동]→PLL

주파수 신시사이저(frequency synthesizer)
희망하는 주파수의 신호를 합성하는 회로. 일반적으로는 PLL이나 DDS에 의해 단일 스펙트럼의 신호를 만들어 내는 회로를 말한다. <櫻井紀佳>

PLL 주파수 신시사이저(Phase Locked Loop frequency synthesizer)
임의 주파수의 신호를 발생하기 위한 회로 방식. 그림 7과 같이 PLL의 VCO와 위상 검파기의 사이에 programmable counter를 삽입하여, reference 신호의 주파수 확도를 유지한 채로, 그 주파수 간격으로 출력 주파수를 변화시킬 수 있다.

PLL 신시사이저
[동]→PLL 주파수 신시사이저

프리스케일러(prescaler)
PLL 신시사이저의 출력 주파수가 높아지고, 가변 분주회로가 응답할 수 없는 경우에, 전단에 삽입되는 고정 분주비의 고속카운터. <濱田倫一>

프로그래머블 카운터(programmable counter)
분주비를 가변할 수 있는분주기. <宇仁茂義>

듀얼 모듈러스 프리스케일러(dual modulus prescaler)
그림 8에 나타낸 바와 같이, 분주비를 1/m과 1/(m+1)로 전환되는 분주기와, 전환 타이밍을 제어하기 위한 swallow counter로 구성되는 프리스케일러. 통상적인 prescaler에서는 PLL의 출력 주파수를(reference 주파수×prescaler 분주수)의 정수배로밖에 가변할 수 없지만, 본 방식에서는 swallow counter의 카운트수를 제어함으로써 레퍼런스 클록 주파수의 스텝으로 출력 주파수를 변화시킬 수 있다.

펄스 스왈로우 방식 프리스케일러(pulse swallow prescaler)
[참]→듀얼 모듈러스 프리스케일러 <濱田倫一>

DDS(Direct Digital Synthesizer)
출력하는 발진 파형을 디지털 데이터에 의해 합성하여 만들어 내는 회로. 구성예를 그림 9에 나타낸다.
사전에 메모리해 둔 sin 파형의 데이터를 꺼내어 변환 출력하는 방법이일반적이다.
원리적으로는 출력 파형을 계산에 의해 만들어 내는 것도 가능하지만, 현상황에서는 계산 스피드 부족으로 높은 주파수의 직접합성은 곤란하다. <櫻井紀佳>

변조

변조의 종류(sort of modulation)

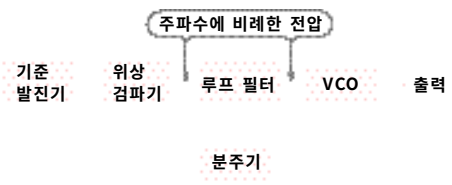


그림 6. PLL(Phase Locked Loop)

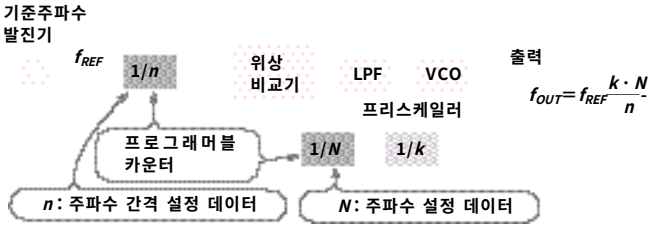


그림 7. PLL 주파수 신시사이저

크게 나누어 아날로그, 디지털, 선형 변조, 비선형 변조로 분류할 수 있다. 이들을 표 1에 나타낸다.

아날로그 변조(analog modulation)

전송하려는 정보가 아날로그인 경우에, 그 신호를 변조하는 방식. 진폭 변조, 주파수변조, 위상 변조 등이 있다. 변조파의 파형 및 주파수 스펙트럼을 그림 10에 나타낸다.

디지털 변조(digital modulation)

부호화된 디지털 신호를 변조하는 방식. ASK, FSK, PSK 등이 있다.

변조파의 파형을 그림 11에, constellation을 그림 12에 각각나타낸다.

선형 변조(linear modulation)

변조 신호가 주파수 변환되는 것 뿐이며, 여분의 주파수 성분이 발생하지 않는 변조 방식. 진폭 변조와 같이 원신호와 변조파의 관계가 선형의 관계로 되어 있기 때문에 변조 신호의 증폭에는 리니어앰프가 필요하다.

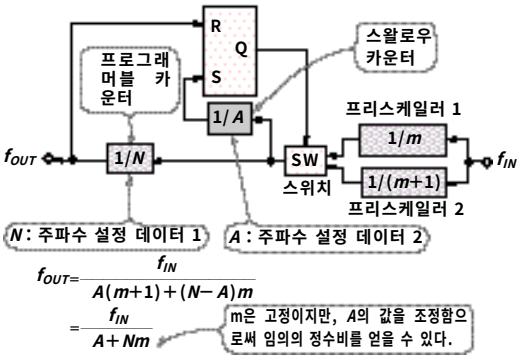


그림 8. 듀얼 모듈러스 프리스케일러

비선형 변조(non-linear modulation)

변조 신호가 주파수 변환되는 것 외에, 주파수 성분이 변경되는 변조 방식. 이 경우, 위상, 주파수변조와 같이 원신호와 변조파의 관계가 비선형의 관계가 있으며, 진폭 변조와 같은 선형이 서로 겹쳐 관계가 성립하지 않는다. 변조의 신호의 증폭에는 비선형 앰프가좋다.

AM(Amplitude Modulation)

베이스밴드의 진폭을 반송파의 진폭에 대응시키는 변조

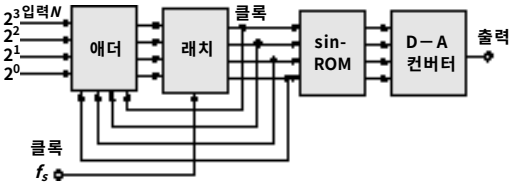


그림 9. DDS의 구성

표 1. 변조의 종류

	아날로그 변조	주파수 변조
선형변조	진폭변조 { AM, DSB, SSB, VSB }	진폭변조 OOK 위상변조 (직교계) { BPSK, QPSK, QAM }
비선형 변조	주파수 변조 FM 적분↓↑미분 위상변조 PM	주파수 변조 { FSK, MSK, GMSK }

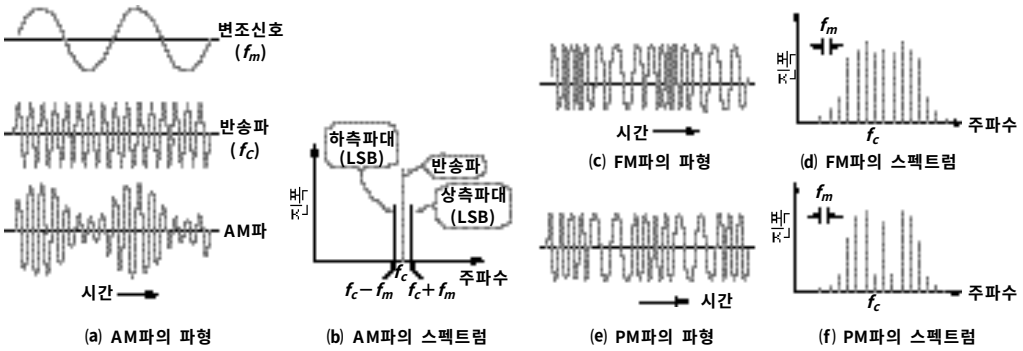


그림 10. 아날로그 변조에 있어서 파형과 스펙트럼

방식. <濱田倫一>

반송파는,

$i = A\cos(2\pi f t + \phi)$

[i : 반송파, A = 진폭, f : 주파수, ϕ : 위상]

로 표현할 수 있으며, 이들 파라미터 가운데서 진폭 A를 베이스밴드신호로 변조하는 것. <渡邊明禎>

진폭계 변조의 대표적인 것으로, 중파 라디오 방송은 AM 변조이다. 다이오드 등으로 간단하게 복조할 수 있다는 특징이 있지만, 송신전력의 대부분이 정보 그 자체의 전송에 기여하지 않는 반송파이므로 효율이 나쁘다. 수식으로 나타내면 다음과같이 된다.

$$i = I_0\sin\omega + I_0 M\sin\omega \cdot \cos pt$$

$= I_0\sin\omega$ ~~~~ 반송파

$+\frac{1}{2}M \cdot I_0\sin(\omega - p)t$ ~~~~ LSB

$+\frac{1}{2}M \cdot I_0\sin(\omega + p)t$ ~~~~ USB

진폭 변조

[동]→AM

FM(Frequency Modulation)

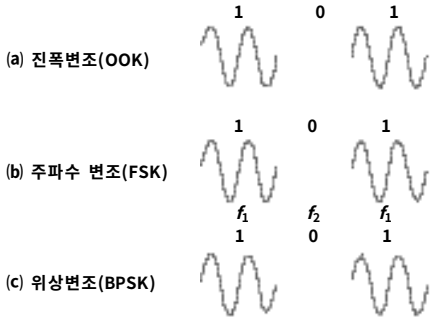


그림 12. 디지털 변조

반송파의 파라미터 가운데서 주파수 f를 베이스밴드 신호로 변조하는 것. 변조파의 파형 및 주파수 스펙트럼을 그림 10(c)에 나타낸다. <濱邊明禎>

베이스밴드의 진폭을 반송파의 주파수에 대응시키는 변조 방식. <濱田倫一>

진폭이 일정하고 주파수를 변조 신호에 의해 변화시키는 변조 방식으로, 이와 같은 파형을 해석하면 캐리어와 많은 side band로 구성되어 있다. 수학적으로는 다음의 Bessel 함수로 표현된다.

$$i = I_0[J_0(m_f)\sin\omega_0 t$$
$$+ J_1(m_f)\{\sin(\omega_0 + p)t - \sin(\omega_0 - p)t\}$$
$$+ J_2(m_f)\{\sin(\omega_0 + 2p)t + \sin(\omega_0 - 2p)t\}$$
$$+ J_3(m_f)\{\sin(\omega_0 + 3p)t - \sin(\omega_0 - 3p)t\}$$
$$+ \cdots\cdots]$$

단, i=변조파, $I_0 m_f \sin\omega_0 t$=반송파, J_n=Bessel 함수 (n=0, 1, 2…), m_f=변조지수, ω_0: 반송파의 각주파수, p:변조신호의주파수. <櫻井紀佳>

주파수 변조

[동]→FM

PM(Phase Modulation)

반송파의 파라미터 가운데서 위상 ϕ를 베이스밴드 신호로 변조하는 것. 변조파의 파형 및 주파수 스펙트럼을 그림 10(e)에 나타낸다. <濱邊明禎>

진폭 일정하게 신호의 위상을 변조 신호에 의해 변화시키는 변조 방식. 파형적으로나 수식적으로도 FM 변조와 마찬가지로 된다. FM 변조에서는 변조 주파수가 변화해도 기본적으로 변조도는 변화하지 않지만, 주파수는 위상의 단위시간 변화의 비율이기 때문에 위상 변조에서는 변조 주파수가 높을수록 변조가 깊고, 변조 주파수가 낮으면 변조도도낮은 관계에 있다.

그림 11. 디지털 변조와 그 배열

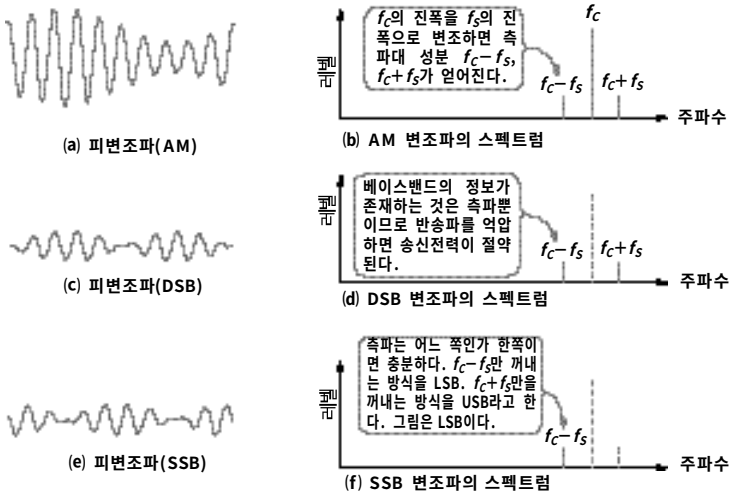


그림 13. 진폭 변조

따라서 pre-emphasis와 같은 특성을 가지고 있다. 직류에서는 변조가걸리지 않는다.

위상 변조
[동]→PM

DSB-SC(Double Side Band Suppressed Carrier)
AM 변조에서 캐리어만 제거한 것. 실용적으로 사용되고 있는 것은 적고, 대역은 SSB의 2배가 되지만, 에너지도 2배가 되어복조시에 필요한 BFO의 동기 회로를 간단하게 구성할 수 있는 특징이 있다. <櫻井紀佳>
진폭 변조파로부터 반송파 성분을 제거한 변조 방식. 따라서 상측파대와 하측파대의 양쪽의 성분이 얻어진다. DBM 등으로변조한 경우에 얻어진다. <渡邊明禎>
진폭 변조에 있어서, 반송파 스펙트럼을 억압하는 방식. 그림 13에스펙트럼도를나타낸다. <濱田倫一>

DSB 변조(Double Side Band amplitude modulation)
[동]→DSB-SC

DSB(Double Side Band)
USB와 LSB의 양쪽.

양측파대
[참]→DSB <宇仁茂義>

SSB 변조(Single Side Band amplitude modulation)
진폭 변조파(DSB파)로부터 필터 등에 의해, 상측파대(USB) 아니면 하측파대(LSB)만을 꺼내는 변조 방식. 같은 베이스밴드 정보를 전송하는데, AM파에 비해 점유주파수 대역이 절반, 고주파 파워가 1/4로 해결된다고 하는 특징을 가진다. PSN 방식을 사용해도 SSB 변조파가 얻어진다. <渡邊明禎>
진폭 변조에 있어서, 반송파 및 한쪽 측파대를 억압하는 방식. 그림 13(f)에 스펙트럼도를 나타낸다. <濱田倫一>

PSN(Phase Shift Network)
위상 시프트 네트워크. 입력신호의 위상만을, 예를 들면 +90° 만큼 회전시키는 회로. <宇仁茂義>

USB(Upper Side Band)
진폭 변조파에있어서, 반송파 주파수보다 위의부분.

상측파대
[동]→USB

LSB(Lower Side Band)
진폭 변조파에 있어서, 반송파 주파수보다 아래 부분.

하측파대
[동]→LSB <渡邊明禎>

단측파대[참]→SSB
USB 또는 LSB. 각각의대역.

측대파(sideband wave)
상측파나 하측파. 그들을 구성하는 스펙트럼.

VSB(Vestigial Side Band)
AM 변조 출력의 측파대 일부를 삭제한 신호. TV 방송에서는 주파수의 유효 이용의 목적으로, 그림 14와 같이 영상신호의 측파대의 일부를삭제하고 있다.

잔류측파대
[동]→VSB <宇仁茂義>

ASK(Amplitude Shift Keying)
디지털 신호1, 0에 대하여 반송파의 유무를 대응시키는 것. 그림 11(a)에 파형을 나타낸다. <渡邊明禎>
베이스밴드의 비트 정보(0, 1)를 반송파의 2치진폭(또는 ON/OFF)에 대응시키는 변조 방식. <濱田倫一>

OOK(On/Off keying)
[동]→ASK

FSK(Frequency Shift Keying)
디지털 신호 1, 0에 대하여 반송파의 주파수 f_1, f_2를 대응시키는 것. 그림 11(b)에 파형을 나타낸다.
<渡邊明禎>

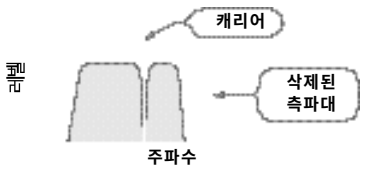


그림 14. VSB 변조파의 스펙트럼

베이스밴드의 비트 정보(0, 1)를 반송파의 2 주파수에 대응시키는 변조방식. 그림 15에 파형을 나타낸다.
<濱田倫一>

주파수 변이 변조
[동]→FSK <宇仁茂義>

주파수 시프트 키잉
[동]→FSK

PSK(Phase Shift Keying)
디지털 신호1, 0에 대하여 반송파의 위상을 변화시키는 것. <渡邊明禎>
2치 또는 다치의 디지털 신호로 위상을 변화시키는 변조 방식. 이 방식의 BPSK에서는 마크와 스페이스에 의해 180° 위상을 전환하고 있으며, DBM을 사용하여 2치의 신호로 변조하면 얻어진다. <櫻井紀佳>

위상변이 변조
[동]→PSK <宇仁茂義>

BPSK(Bi−Phase Shift Keying)
디지털 신호 1, 0에 대하여 반송파의 위상 0, 180° 를 대응시키는 것. 그림 11(c)에파형을 나타낸다.
<渡邊明禎>
베이스밴드의 비트 정보(0, 1)를 반송파의 위상(0, 180° (또는 +90°, -90°)에 대응시키는 변조 방식. 그림 16에 변조파의 파형과위상 배치를나타낸다.
<濱田倫一>

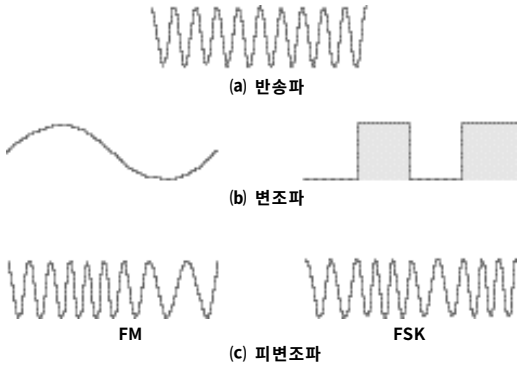


그림 15. 주파수 변조(FM과 FSK)

QPSK(Quadrature Phase Shift Keying, Quadri−Phase Shift Keying)

BPSK의 변조기를 2개 준비하고, 한쪽의 캐리어의 위상을 90° 벗어나게 해서 변조하고 합성하여(직교 변조) 얻어진다.

1회의 변조로 4가지 신호 상태가 얻어짐과 동시에 2비트의 정보를 전송할수 있다. <渡邊明禎>

90° 위상이 다른 4가지 상태로 부호를 배당, 변조밀도를 올린 디지털 변조 방식으로 4PSK라고도 부른다. 보통의 PSK에 비해 정보를 많이 보낼 수 있는 반면, 부호의 분해능이 감소하기 때문에 오류는 증가하는 경향이 있다. <櫻井紀佳>

베이스밴드의 비트 정보(00, 01, 10, 11)를 반송파의 위상(0°, 90°, 180°, 270°)에 대응시키는 변조 방식. 그림 16에변조파의 파형과 위상 배치를 나타낸다. <濱田倫一>

2PSK
[동]→BPSK

4PSK
[동]→QPSK

직교 위상변이변조
[동]→QPSK <宇仁茂義>

π/4 시프트 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)

그림 12(c)에 나타낸 바와 같이 신호가 배치되어, 데이터의 정보는 신호간의 위상 천이에 의해 결정된다.

QPSK와 같이 앞과 같은 위상 상태가 되는 일이 없기 때문에 복조회로가 간단하게 되고, 진폭 변동이 작다는 등의 특징이 있으며, 증폭기의선형 특성을완화할 수있다.

QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

QPSK의 변조 진폭을 2치로 한 것. 16QAM은 그림 12(d)에 나타낸 바와 같이 16의 신호 상태가 얻어지기 때문에 1회에 4비트의 데이터가 전송할 수 있다. 변조 진폭을 다치화함으로써 32, 64, 128, 256 QAM이 있고, 각각 5, 6, 7, 8비트의 데이터를 전송할 수 있다. <渡邊明禎>

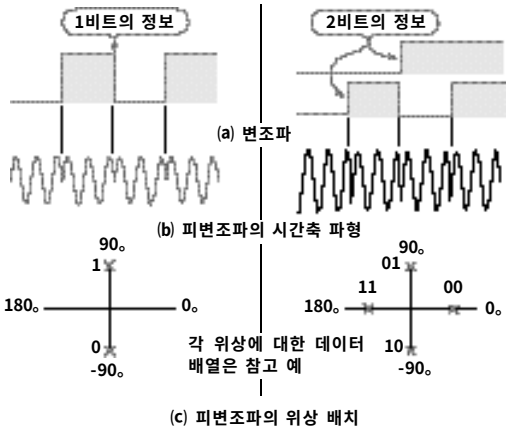


그림 16. BPSK와 QPSK

16QAM(16−positions Quadrature Amplitude Modulation)

4가지 위상과 4가지 진폭의 상태를 조합하여 합계 16의 상태를 만들고, 각각 부호를 배당하여 변조밀도를 올린 디지털 변조 방식. 같은 방법으로 더욱 변조밀도를 올린 64QAM, 256QAM 등이 실용화되고 있다. <櫻井紀佳>

트렐리스 변조(trellis modulation)

격자 형상 변조. 16QAM과 같이, 격자 형상의 각 점에 디지털 데이터를 가지게한 변조 방법. <宇仁茂義>

MSK(Minimum Shift Keying)

변조지수 0.5의 위상 연속 2치 FSK. <渡邊明禎>

FSK에 있어서, 각 비트 정보(0, 1)에 대응하는 반송파 주파수차를 분리 가능한최소값으로설정하는 방식. <濱田倫一>

PCM(Pulse Code Modulation)

펄스 진폭 변조. 변조 신호의 진폭을 양자화하여, 그 값을부호화하는디지털 변조방식.

I−*Q* 콘스털레이션(*I*−*Q* constellation)

직교 변조에 대해, 동상 성분을 x축, 직교 성분을 y축으로 하여 신호를 나타낸 것. 그림 17에 QPSK의 경우를나타낸다.

I 성분이 0, *Q* 성분이 0일 경우, 신호점은 A로 표시

된다. 이 그림에 있어서 점의 크기가 크다고 하는 것은 그만큼 신호에 노이즈 등이 많이 포함되어 있다는 것을 의미한다. ABCD로 나타내어지는 사각형으로부터는 직사각형의 경우, 긴 쪽의 성분이 크든가, 마름모꼴의 경우, 직교 신호가 정확하에 직교되어 있지 않다고 하는 것을 직감적으로 판독할 수 있다. 신호점 사이의 거리는 오류가 일어나기 쉽다는 것을나타낸다.

I 성분(In-phase component)
신호의기준파에대한 동상 성분

Q 성분(Quadrature phase component)
신호의기준파에대한 직교 성분 <渡邊明禎>

변조지수(modulation index)
FM 변조 또는 위상 변조에 있어서, 변조 주파수와 주파수 deviation과의 비를 나타낸다. 변조 주파수가 1kHz에서 디비에이션이 5kHz라면 변조지수는 5로 된다. 그림 18과 같이 Bessel 함수의 성질상, 변조지수에 의해 캐리어나 side band의 성분이 0으로 된다 null점이 있어, 이것에의해 정확한디베이션을알 수 있다.
<櫻井紀佳>

CW(constant wave, continuous wave)
무변조의 연속파. 무선통신에서는 무선전신의 의미이기도 하다. <濱田倫一>
연속파.이전에는 불꽃 방전으로 만드는 단속파에 대해, 진공관 등으로 만드는 연속파를 의미했다. 현재는 무선전신을 의미한다. <櫻井紀佳>

CW(carrier wave)

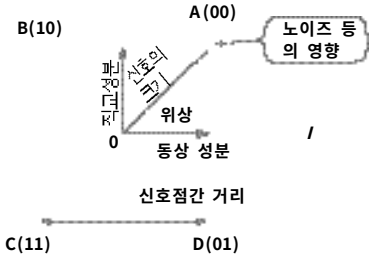


그림 17. I-Q 콘스털레이션

반송파 <濱田倫一>

복조

복조기(demodulator)
피변조파에서 원래의 신호파를 복원하는 것.

헤테로다인 검파(heterodyne detection)
반송파와 국부 발진주파수를 혼합하여 파동의 신호 주파수를검파기에가하여 저주파 신호를 꺼내는 방식.
<渡邊明禎>

비트 검파(beat detection)
[동]→헤테로다인검파 <宇仁茂義>

동기검파(synchronized detection)
DSB, SSB에 있어서, 변조시에 제거된 반송파와 동일한 주파수, 위상을 가지는 국부 발진 신호를 사용하여, DSB 신호와의 승산을 해서 복조하는 방식. <渡邊明禎>
AM 변조의 캐리어에 동기한 신호나, 캐리어만 빼낸 신호와 AM 변조의 신호를 승산한 검파 복조 방식, 원리적으로 제곱 검파와 같은 2차 일그러짐이 발생하지 않은 특징이있다. <櫻井紀佳>

비동기 검파(non-synchronized detection)
진폭 변조파에 있어서, 포락선의 값만에 의해 원래의 정보를복조하는방식.

제곱 검파(squared detection)
진폭 변조파용의 검파 방법. 출력전압이 입력전압의 제곱에 비례하는 것, 예를 들면 다이오드 특성의 곡선 부분을 사용한다. 일그러짐은 크지만 감도는좋다.<渡邊明禎>
AM 변조 신호를 제곱하여 원래의 신호를 얻는 검파 복조 방식. 사이드밴드도 제곱시키기 때문에, 2차 일그러짐이 있으며, 특히 변조가 깊으면 실용상 문제가 되는 경우가 있다. <櫻井紀佳>

2승 검파(squared detection)
[동]→제곱 검파

직선 검파(linear detection)

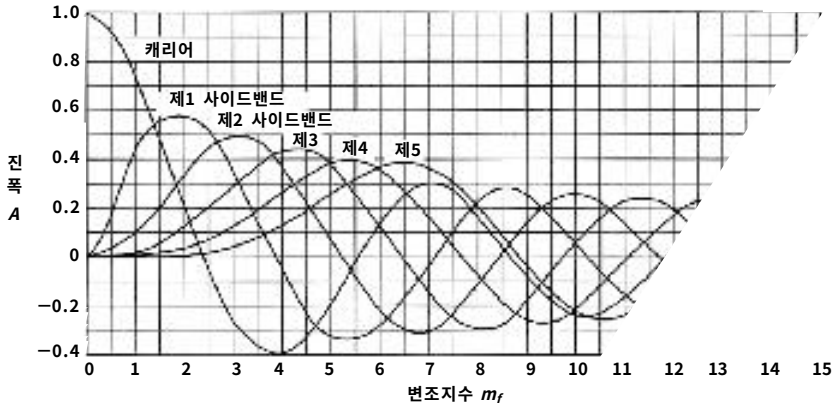


그림 18. 변조지수

진폭 변조파용의 검파 방법. 출력전압이 입력전압에 비례하는 것, 예를 들면 다이오드 특성의 직선 부분을 사용한다. 일그러짐은작지만 감도는 나쁘다.

포락선 검파(envelope detection)

진폭 변조파용의 검파 방법. 그림 19에 나타낸다. AM 신호의 포락선에 가까운 전압이 콘덴서의 단자전압으로 얻어지기 때문에 변조 신호를 검파할 수 있다. 변조파의 직류 성분은 콘덴서로, 반송파 성분은 저역 필터로 제거한다.

다이오드 검파(diode detection)

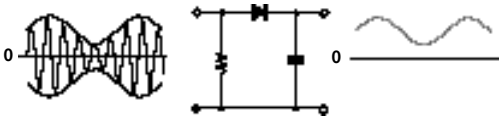
진폭 변조파의 비선형 검파법으로, 비선형 소자로 다이오드를사용한 것. <渡邊明禎>

재생 검파(regenerative detection)

수신신호를 정귀환하여 증폭한 다음에 검파하는 방식. 적은 소자수로 고감도로 할 수 있는 특징이 있다. 귀환량을 너무높이면 발진해 버리기때문에 불안정하다.

초재생 검파(super－regenerative detection)

재생식에서는 발진 한계의 포인트가 가장 감도가 좋다. 그러나 발진하기 쉽고, 이 불안정을 개량하기 위해 발진과 한계의 점을 가청 주파수 이상의 주기로 반복하여 실질적으로 안정하게 하는 방식이다. 이 반복 주기를 Quenching 주기라고 한다. AM이나 FM도 수신할 수 있는 편리한 특징이 있는 반면, 기본적으로 발진을 수반하기 때문에 방해파를 복사한다는 점과, 수신 출력의 S/N



(a) 변조파 (b) 검파회로 (c) 검파출력

그림 19. 포락선 검파

이 그다지 좋지않다는 결점이 있다. <櫻井紀佳>

쿼드러처 검파(quadrature detection)

FM 신호를 2계통으로 나누어, 한쪽은 동조 회로 등의 위상 회로를 통해서 위상을 벗어나게 하고, 다른 한쪽은 그대로 승산기에 입력하여 두 신호를 승산하여 FM 신호를 복조하는 방법이다. 그림 20에 IC 내부의 예를 나타낸다. <櫻井紀佳>

직교 검파

[동]→ 쿼드러처 검파 <宇仁茂義>

슬로프 검파(slope detection)

FM파의 간이적인 검파 방법. 공진회로의 중심 주파수의 양측은 그림 21과 같이 경사(slope)을 가진다. 이 부분을 이용하여 FM파를 AM파로서 검파하는 복조 방법이다. 복조 감도, 왜율등이 그다지좋지 않다.

레티오 검파(ratio detection)

FM 신호의 복조 방식의 하나로 코일과 콘덴서의 결합

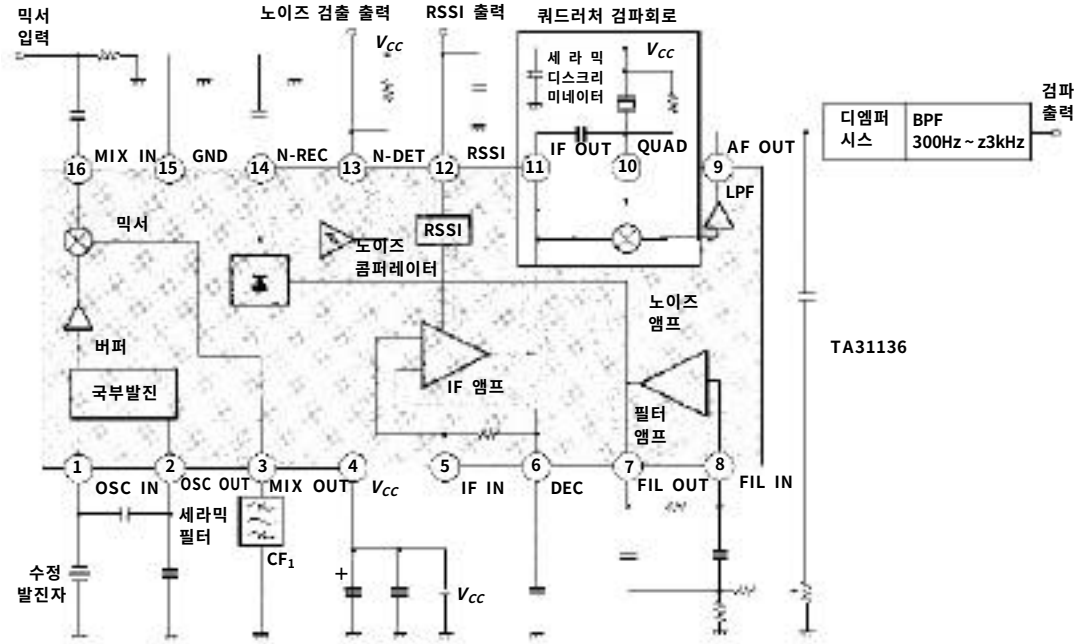


그림 20. 쿼드러처 검파

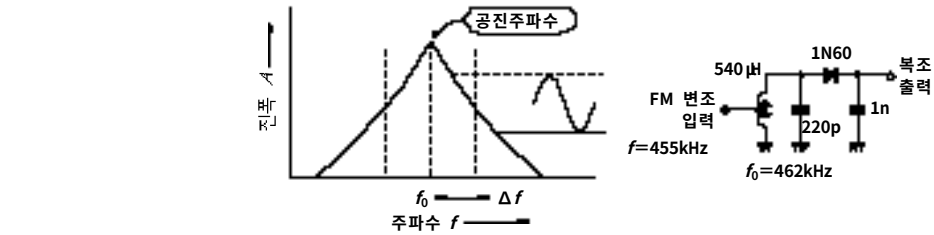


그림 21. 슬로프 검파 (a) 주파수 특성 (b) 회로도

에 의해 위상차를 만들고, 벡터적으로 복조하는 회로 방식. 코일을 만드는 방법에 따라 성능이 변하며, 조정이 필요하기 때문에 최근에는 사용되는 경우가 적어졌다.

<櫻井紀佳>

판별기(discriminator)
[참]→디스크리미네이터

주파수 판별기(frequency discriminator)
[참]→디스크리미네이션

디스크리미네이터(discriminator)
F M 검파회로의 것.

디비에이션(deviation)
F M 변조파의 주파수편이.

<宇仁茂義>

회로 방식

수퍼헤테로다인 방식(super-heterodyne system)
[대]→호모다인 방식

그림 22와 같이 수신신호와 국부 발진기의 신호를 혼합하여 양쪽 신호의 주파수차를 중간주파수로 변환하고, 그것을 증폭한 후에 복조하는 수신 방식. 현재, 가장 널리 사용되고 있다.

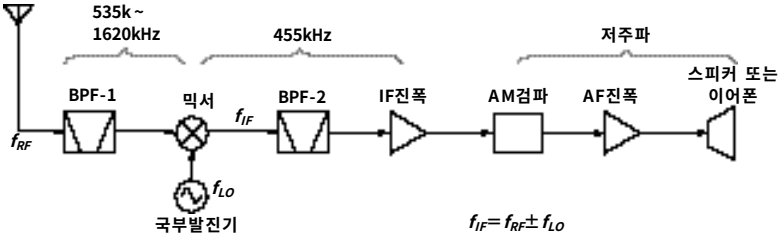


그림 22. 슈퍼헤테로다인 방식

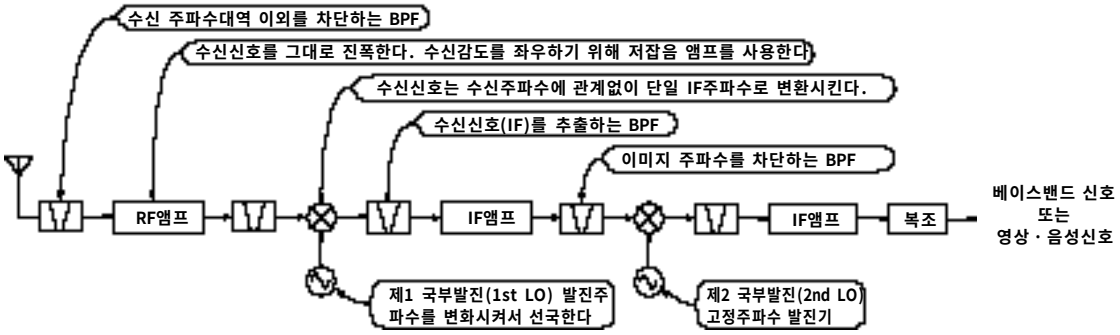


그림 23. 더블 슈퍼헤테로다인 방식

고주파와 중간주파의 두 가지 주파수를 사용하여 신호를 증폭하기 때문에 straight 방식에 비해 안정적으로 동작한다. <櫻井紀佳>

수퍼 헤테로다인 검파라고도 한다. 헤테로다인이란 주파수를 변환하는 것을 의미하며, 수퍼헤테로다인의 명칭은 가청 주파수보다 높은 중간주파수(super sonic)으로 변환하는 데서 연유되었다. <宇仁茂義>

수신신호를 일단 중간주파 신호로 변환함으로써 넓은 동작 주파수 범위를 요하는 회로를 최소한으로 억제하여, 안정 동작과 선택 특성의 개선을 꾀한 수신 방식. 현재의 무선 수신기의 표준방식. <濱田倫一>

더블 수퍼헤테로다인 방식(double super-heterodyne system)

그림 23과 같이 두 가지 IF 주파수를 가지고, 주파수 변환을 2번하는방식. 이미지방해 특성을 개선할 수있다. <濱田倫一>

직접 컨버전 방식(direct conversion system)

그림 24와같이 고주파 신호와같은주파수의국부 발진 신호를 혼합하여, 직접 저주파 신호를 꺼내는 수신 방식. 회로구성이간단하고 IF 필터를필요로 하지않는다.

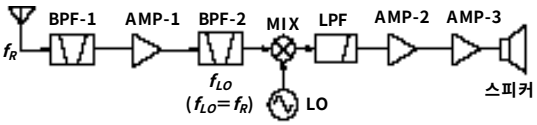


그림 24. 직접 컨버전 방식

<櫻井紀佳>

호모다인 방식(homodyne system)

[동]→직접 컨버전 방식

[대]→헤테로다인방식

재생 증폭(regenerative amplification)

신호를 정귀환하여 증폭하는 방식.

리플렉스 방식(reflex system)

고주파 신호를 증폭회로로 증폭한 후에 검파하여 저주파 신호를 얻고, 그 저주파 신호를 다시 고주파 증폭에서 사용한 증폭회로의 입력으로 되돌아가게 하여 증폭하는 방식. 증폭회로는 고주파 증폭과 저주파 증폭의 두 가지 역할을담당한다. 그림 25에회로 예를나타낸다.

헤테로다인 방식(heterodyne system)

[참]→수퍼 헤테로다인 방식

입력신호의 주파수를 다른 주파수로 변환하는 방식.

스트레이트 방식(straight system)

입력신호를 그대로의 주파수로 증폭한 후, 검파하는 방식. homodyne 검파, direct conversion 방식 등이 이것에 해당한다. <宇仁茂義>

RZ−SSB(Real Zero SSB)

신호 레벨과 동등 이상의 캐리어를 부가한 SSB 신호는 위상 방향으로도 변조신호의 정보를 가지고 있으며, FM 검파하면 원래의 변조 신호를 꺼낼 수 있다. 이 방식을 RZ−SSB라고 한다. 수신측에서 리미터가 걸어지기 때문에 fading에 강하고 협대역이라는 특징이 있지만, FM 검파일 때에 일그러짐도 포함되기 때문에 linearizer가 필요하다.

린콘펙스 방식(linconpex system; linked compressor and expander system)

단파 무선통신의 fading 경감과 SN비의 개선에 유효한 방식. 단파 무선통신에서는 전리층의 상태에 따라 수신신호의 진폭이 크게 영향을 받지만, 주파수는 영향을 받지 않는 특징을 이용한 것. 음성신호의 250Hz 3000Hz의 주파수 대역을 두 가지 대역(A: 250 2750Hz, B: 2850 3000Hz)으로 나눈다. 대역 A를 음성신호의 주파수 전송용으로 하고, 대역 B를 음성신호의 포락선 파형의 전송용으로 한다. 대역 A의 음성신호를 compressor에 의해 진폭 일정한 신호 T_A로 변환한다. 음성신호의 포락선의 전송에는 신호파의 진폭 0에 대하여 2850Hz, 최대 진폭에 대하여 3000Hz로 되는 FM 변조신호 TF를 사용한다. 이들 T_A 신호와 T_F 신호에 의해 반송파를 AM 변조하여, SSB파를 얻어 송신한다. 수신측에서는 리미터에 의해 fading에 의한 진폭 변화를 제거한다. 검파하여 T_A와 T_F를 꺼내어 그들을 분리한다. 더구나 T_F 신호를 복조하여 포락선 신호 E를 꺼낸다. T_A와 E에서 원래의음성신호를복조한다. <宇仁茂義>

ACSB(amplitude compressed single side band)

SSB 신호를 수십 dB 압축하여 송신하고, 수신측에서 신장하여 원래의 SSB로 복원시켜 복조하는 방식. 압축함에 따라 페이딩이 영향을 쉽게 받지 않게 되고, 협대역의 이점이 있지만 기본적으로 SSB를 위해 높은 주파수 안정도가 요구된다. <櫻井紀佳>

동작급(operating class)

고주파 전력증폭 회로에서는 용도에 따라 능동 소자의 동작점을 설계한다.

각각의 동작점에 따라 A급, AB급, B급, C급 등으로 부르는 동작급이 있다. 디지털적인 스위칭 동작을 하는 D급, E급, F급 등도 있다. 저주파, 고주파를 막론하고 소신호 증폭회로에서는 A급이 사용되고, 저주파의 전력증폭 회로에서는 A, AB, B급이 사용된다. 고주파 전력증폭 회로에서는 AB, B, C급이 흔히 사용된다. 수 MHz 이하의 대전력 증폭회로에서는 D급 증폭회로가 사용되는 경우가있다.

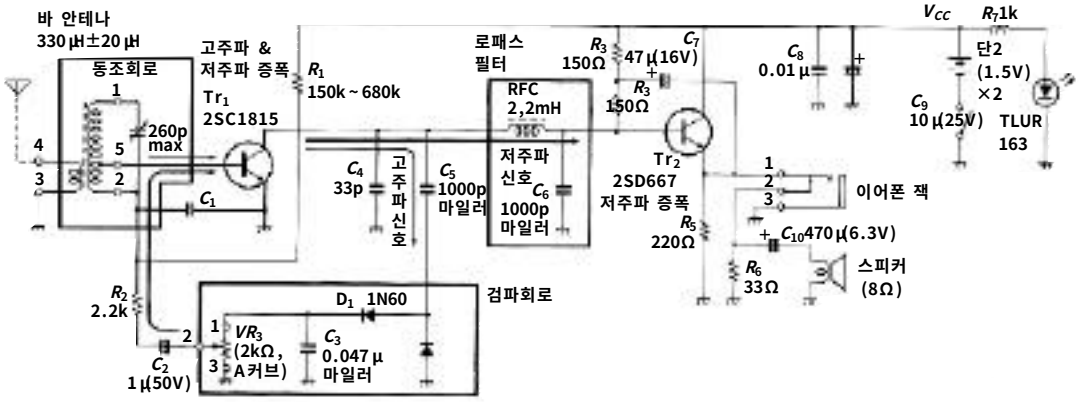


그림 25. 2석 리플렉스 라디오의 전체 회로도

동작 클래스
[동]→동작급

A급(class A)
동작점을 교류 부하선의 정확히 중앙이 되도록 설계한 동작급. 이렇게 하면 일그러짐이 없는 최대 출력이 얻어진다. A급 증폭은 이론상의 최대 전력효율 η_{MAX}=1/2=50%이지만, 현실적으로는 트랜지스터의 특성이나 주변 회로 부품의 제약으로부터 η=30 40% 정도가 된다. 일그러짐은 적지만, 전력손실이 많고, 발열하기 때문에 고주파 전력증폭에는 거의 사용되지 않는다. 주로 저주파나 고주파의 소신호회로에 사용된다.

AB급(class AB)
A급과 B급과의 중간적인 동작점으로 설정한 동작급. A급 동작에 비해 약간 일그러짐이 많지만, B급보다 일그러짐이 적고, 전력 효율이 좋다. 저주파의 전력증폭 회로나 고주파의 직선 전력증폭 회로에 사용된다. 구체적으로는 SSB 송신기의 전력증폭 회로 등에 많이 사용되고 있다.

B급(class B)
입력파의 플러스 반사이클 또는 마이너스 반사이클에서만 증폭 동작하도록 동작점을 설정한 동작급. 이론상의 최대 전력효율 η_{MAX}는 π/4 78.5%가 얻어진다. 실제 회로에서는 η=40 60% 정도이다.

C급(class C)
입력파의 플러스 반사이클의 일부 또는 마이너스 반사이클의 일부에서만 증폭 동작하도록 동작점을 설정한 동작급. 이론상의 최대 전력효율 η_{MAX}는 100%, 실제 회로에서는 η=60 80% 정도이다.
출력에 공진회로가 있는 고주파 전력증폭 회로에서 사용되는 동작급이다. 출력에는 많은 고조파가 포함되기 때문에 주파수 체배회로에도 사용된다. 주로 FM 통신기의 전력증폭 회로 등에 사용되고 있다. 출력 파형은 일그러짐이 많기 때문에저주파 전력증폭에서는사용되지 않는다.

<針倉好男>

E E

RSA, 자바 보안 위한 신제품 2종 출시

—새로운 SSL 및 향상된 암호화 컴포넌트로 개발자들에게 완벽한 자바 보안 패키지 제공—

Java™ 보안 컴포넌트를 위한 윈스톱 공급업체로서 공고한 입지를 확보하고 있는 RSA 데이터 시큐리티(RSA Data Security)는 최근 암호화 보안 제품 중 자바 버전 신제품 2종을 발표했다. 이번에 발표된 BSAFE™ SSL—J 2.0 프로토콜 컴포넌트 및 향상된 BSAFE Crypto—J 2.0 시큐어 자바 툴킷은 개발자들이 암호화 분야에서 업계를 선도하는 RSA의 자바 보안 컴포넌트를 사용해 자바 애플리케이션의 보안을 강화하는 것은 물론 보다 빠르고, 쉽게 자바 애플리케이션을 개발할 수 있도록 해준다. 새로운 BSAFE SSL—J 2.0 컴포넌트 스위트는 단일 패키지내에서 개발자들이 자바로 은행업무, 회계 서비스, 웹 퍼블리싱, 소비자 및 전자상거래 애플리케이션 등을 위한 SSL(Secure Socket Layer) v3 프로토콜을 설치하는데 필요한 모든 것을 제공하고 있다. 향상된 BSAFE Crypto—J 2.0제품(기존 제품명 JSAFE)은 SSL, SET(Secure Electronic Transaction), S/MIME(Secure Multipurpose Internet Mail Extension) 등주요 애플리케이션 보안 표준에 사용되는 모든 핵심 RSA 암호와 알고리즘을 지속적으로 구현하며, JCE(Java Crypto Extension) 및 DSA(Digital Signature Algorithm)를 지원한다. RSA BSAFE SSL—J는 개발자들이 자바 환경내에서 보안 프로토콜에 대한 요구에 대응하는데 필요한 모든 것을 포함하도록 개발됐다. 이 제품은 다량의 샘플코드, API 라이브러리, 승인기관 컴포넌트, 소켓 라이브러리 풀 스위트, 전체 사용자 및 API 문서화 등은 물론 개발자들이 시큐어 SSL 지원 애플리케이션을 보다 신속하고 비용 효율적으로 개발할 수 있도록 하는 여러 가지 중요한 기능을 포함한다. SSL은 세션 기반의 암호화 및 인증을 위한 인터넷 프로토콜이다. SSL은 다목적 프로토콜이며 두 지점, 즉 서버 인증과 선택적인 클라이언트 인증간의 안전한 통신 채널을 제공한다. 결과적으로 SSL은 클라이언트 서버 애플리케이션내의 도청, 간섭, 또는 메시지 위조 등을 방지한다. RSA의 BSAFE Crypto—J 2.0은 초기 제품인 JSAFE 1.1의 성공을 토대로 개발된 것으로 자바 암호화 익스텐션 API(Java Crypto Extension API)를 구현하고 미국 정보 디지털 인증 표준의 일부분인 디지털 서명 알고리즘(DSA)을 추가로 지원한다.