



정보통신기술사 무선공학 분야 정리 및 기출문제 풀이

1. 서론

지난 1월호 정보통신기술사 준비요령에서 최근 3회 기출문제 분석결과 가장 많이 출제된 분야는 이동통신 분야였으며, 두 번째는 무선공학 분야였다. 네이버 사전 정의에 의하면 무선공학이란 “전파의 발생, 송신, 수신과 그 관련 기기(機器)의 설계, 제조, 시험 따위를 다루는 전파의 기초 공학”으로 정의하였다.

기술사 기출문제 분석 결과, 무선공학 분야를 구분하면 무선통신, 안테나 및 전파전파로 나눌 수 있겠다. 방송엔지니어 중 송출, 송신분야에서 근무한 경험이 있다면 기본적으로 익히 알고 있는 내용들이다. 방송국에서 근무하고 있고, RF 분야에 관심 있는 사람이라면 이 분야에서 문제가 출제될 경우 고득점을 목표로 준비해야 유리할 것이다. 개인마다 장단점 분야가 있으므로 자신의 강점 분야를 확실히 살려야 한다.

무선공학 분야는 특히 최근에 많이 출제가 되고 있으므로 철저한 준비가 필요하다. 전파 및 안테나 이론, 주파수대별 사용하고 있는 안테나 종류 및 특징, 무선통신에서 주파수대별 현상 및 특징 등을 체계적으로 정리할 필요가 있다.

지난 2006년 80회부터 2009년 89회까지 무선공학 분야의 주요 기출문제를 나열하고 표로 분석하였다. 이러한 분석을 바탕으로 향후 출제 가능성을 예측할 수 있다.

2. 주요 내용과 기출문제 분석

2-1. 주요 내용

- 맥스웰 방정식(파동방정식, 포인팅 벡터)
- Friss 방정식과 링크버짓
- 다이폴 안테나의 정의 및 파라미터
- 장중파 안테나의 종류 및 특성
(방송용, 통신용, 방향탐지용)
- 안테나 파라미터
(지향특성, 이득, 효율, 실효개구면적 등)
- 위성통신용 안테나의 종류
- 임피던스 정합
- VSWR(voltage standing wave ratio)
- 동조급전선과 비동조급전선
- 전자파의 전파
- 전리층 페이딩과 대류권 페이딩
- 안테나 로딩
- 장중파 안테나의 접지방식
- 야기우다 안테나의 특징 및 구조
- 안테나 광대역화 방안
- 전리층의 전파 특성
- VHF대 초가시거리 통신 종류
- 단파통신
- 전파의 창
- 전파투시도(Profile map)
- 양청구역
- 프레즈넬 존과 회절원리
- Radio Duct
- MUF(Maximum Usable Frequency),
LUF(Lowest Usable Frequency),
FOT(Frequency of Optimum Transmission)
와 전파예보곡선이란
- 델린저현상과 자기폭풍현상
- PLL(Phase Locked Loop)
- 안테나 이득
- 마이크로파 통신의 특징과 사용분야
- ERP, EIRP

2-2. 기출문제 분석

구분	기출문제
전자파 이론	· 데시벨과 네퍼 · 맥스웰방정식 · 위상속도와 군속도
전파의 전파	· 전파의 회절 특성 · VHF대 초가시거리 통신 현상 · 단파통신 현상 · 전파잡음, 무선통신 잡음방해 개선책 · 페이딩, 다이버시티 · 전파의 창, 10GHz이하 통신
안테나 이론	· 안테나 파라미터 · 안테나 고유주파수, 고유파장 · 반파장 다이폴안테나 원리와 로딩 · 모노폴, 다이폴 안테나 입력임피던스, 방사저항, 지향성
무선통신 방식	· 점유주파수 대역폭 · VSB
안테나 종류와 특성	· 장·중파용 안테나 접지, 통신접지 목적 · 장·중파용-수직접지, loop안테나 · 단파용 - $\lambda/2$ 다이폴, 모노폴 안테나 · 초단파용 - Yagi 안테나 · 극초단파용 - 카세그레인 안테나 · 렉테나, 스마트, 마이크로스트립 패치 안테나 등 · 안테나 특성 광대역화 방법
AM/FM 송수신기	· 무선통신 수신기 한계레벨 · FM 프리엠파시스/디엠파시스 · PLL · CW 레이터 · FM 점유주파수대역폭
급전선	· 동조급전방식과 비동조급전방식 · 전압정재파비 · 급전선과 안테나 임피던스 정합이론 · 도파관이 마이크로파대 사용이유
기타	· 평활회로 · 스펙트럼 및 네트워크 아날라이저

3. 무선공학 분야 주요 기출문제(80~89회)

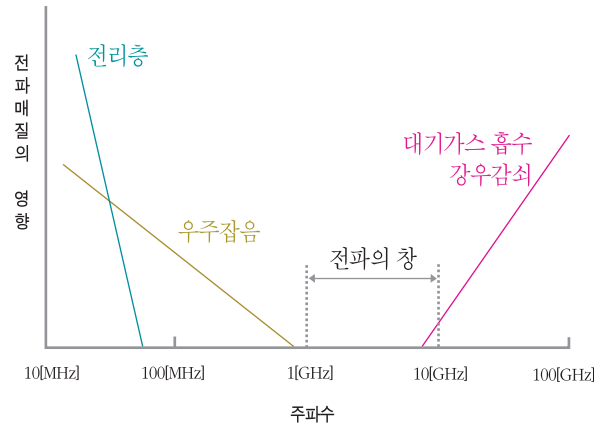
- 80_1.7. 맥스웰 파동방정식
- 80_2.5. 통신접지의 목적과 장중파 안테나에서 사용되는 접지방법을 기술하시오.
- 80_3.2. Cognitive Radio에 대하여 다음을 설명하시오.
가. 개념 나. 적용되는 기술 다. IEEE 802.22 표준화 동향
- 80_4.3. 스펙트럼 분석기 (Spectrum Analyzer) 개요, 기능, 특성과 용도를 설명하시오.
- 81_1.2. 무선인지(Cognitive Radio)에 대하여 설명하시오.
- 81_1.3. 정류안테나(Rectenna)에 대하여 설명하시오.
- 81_1.4. 데시벨(decibel)과 네퍼(neper)에 대하여 설명하시오.
- 81_1.7. 전파의 진행파와 정재파를 간단히 설명하고 송신기의 진행파전력이 100W, 반사파 력이 1W일 때, 전력반사율, 반사손실(Return Loss) 및 정재파비(VSWR)를 계산하시오.
(단, 계산문제는 소수점이하 2자리까지 구하고 그 이하는 사사오입)
- 81_1.11. 높이가 80[m]인 중파방송 수직접지 안테나의 고유파장과 고유주파수를 구하시오.
- 81_2.4. 스펙트럼 아날라이저로 고주파증폭기의 출력신호를 측정하려고 한다.
측정시 주의사항과 기본 세팅항목을 열거하고 간단히 설명하시오.
- 81_2.5. 전파의 회절에 의하여 나타나는 현상을 설명하고 무선통신에 미치는 영향에 대하여 설명하시오.
- 81_3.4. π 형 Lc평활회로를 이용한 상용 단상 전파정류회로를 설계하여 각 지점의 전류파형을 표기하고 정류주파수를 구하시오.
- 81_4.1. 무선통신에서 잡음방해의 개선법을 서술하시오.
- 81_4.2. 지속파(CW)를 이용하는 레이더에 대하여 설명하시오.
- 81_4.3. 안테나의 특성을 광대역화하는 방법을 예를 들어 설명하시오.
- 83_1.4. 안테나 로딩(loading).
- 83_3.1. Yagi-Uda 안테나의 구조와 특성 및 이득을 설명하시오.
- 83_3.5. 전리층 전파에서의 페이딩(fading) 종류별 주요내용을 설명하시오.
- 84_1.1. 기본적인 초고주파 무선링크버킷을 검토할 때 사용되는 Friss 전력전송방정식
- 84_1.5. 무선통신에서 상관대역폭(Coherence Bandwidth)
- 86_2.6. 무선페이딩 채널의 각종 특성에 대하여 설명하시오.
- 86_4.3. 약 10GHz 이하에서 통신 거리를 증가시킬 수 있는 중요한 요소를 나열하고 각각을 설명하시오.
- 87_1.5. 로렌츠 법칙(Lorentz Force Law)에 대하여 설명하시오.
- 87_3.05. 도파관이 마이크로파대 전송로로 사용되는 이유와 도파관의 임피던스 정합 방법에 대하여 설명하시오.
- 89_1.10. 전파의 회절특성.
- 89_1.11. 동조 급전방식과 비동조 급전방식
- 89_2.02. 급전선과 안테나의 임피던스 정합이론 및 정합조건에 대하여 설명하시오.
- 89_4.06. 단파(HF)통신에서 주파수를 주 · 야간, 계절별로 다르게 사용하는 이유를 설명하시오.

4. 답안 작성 예

4-1. 단답형(1~1.5페이지 분량 작성)

실제 답안과 양식이 동일하며, 대체로 보고서를 작성한다고 생각하면 된다.

[문제 1]	전파의 창(Radio Window) 개념에 대해 설명하시오.(74회 1교시 1번 문제)
[답]	
1. 개요	
	- 1~10GHz의 마이크로파는 파장이 짧아 지향성이 예민하고, 주파수가 높기 때문에 정보 전달량이 크다는 특징을 지님.
	- 공간을 전파할 때 1~10GHz의 전파는 비나 안개 등에 잘 흡수되지 않고 또 전리층을 꿰뚫고 가기 때문에, 전파의 창(radio window)이라 불림.
	1~3GHz를 준마이크로파라 부르기도 함.
2. 전파의 창	
	- 위성통신에서 수백MHz 이하의 낮은 주파수대에서는 우주잡음의 증가, 전리층에서의 감쇠와 신틸레이션의 영향이 크고, 10GHz 이상의 높은 주파수대에서는 대기 가스나 강우 등에 의한 감쇠 및 이들 매질에서의 열잡음 등이 문제가 됨.
	- 따라서 이들의 영향이 비교적 적은 300MHz~10GHz의 주파수 영역을 전파의 창이라 하여 이 주파수 대역에서 위성통신을 주로 행함.
	- 실제의 위성통신에서는 1~10GHz의 주파수대가 가장 많이 이용됨.
	- 그러나 현재는 통신 채널의 확보를 위하여 10GHz 이상의 주파수대 이용이 증가하고 있음.
3. 전파매질의 영향	



4. 전파의 창 범위를 결정하는 요소	
	- 전리층의 영향
	- 대류권의 영향
	- 잡음의 영향
	- 정보 전송량의 문제
	- 송수신계의 문제

4-2. 서술형(3페이지 분량 작성)

[문제5] 도파관이 마이크로파대 전송로로 사용되는 이유와 도파관의 임피던스 정합 방법에 대하여 설명하시오.(87회 3교시 5번 문제)

1. 도파관 개요

- 도파관이란 마이크로파용 급전선으로 사용되는 것으로서 가운데가 비어있는 금속 도체관으로 도체내부의 공기를 전자파 모양으로 전파하게 됨.
- 도파관의 단면이 직사각형인 구형도파관(rectangular wave guide), 원형인 원형 도파관(circular wave guide), 타원인 타원형 도파관 등이 있음.
- 동축 급전선은 손실이 $\sqrt{f}$ 에 비례하여 증가하며 내외 양도체의 간격이 $\frac{1}{4}$ 이상 되면 고차의 전송자태가 나타나서 특성이 급격히 열화하는 등 SHF대 이상에서는 여러 가지 결점이 나타남.
- 외부도체의 내경이 1.7λ 이상이 되면 내부도체가 없어도 전자파가 전송되고 주파수가 높아짐에 따라 오히려 손실이 감소함. 이러한 성질을 이용해 내부 도체를 제거한 것이 도파관임.



2. 도파관이 마이크로파 전송로로 사용되는 이유

① 저항(Ohm) 손실이 적음.

주파수의 증가에 따라 표피작용 때문에 도체의 고주파 저항과 손실이 매우 증가함.

도파관에서는 관 내벽에 전류가 흐르나 내벽의 면적이 크고 또 전도도가 높은 금, 은으로 도금했으므로 완전도체에 가까워 표피작용에 의한 저항손실이 극히 적음.

② 유전체 손실이 적음.

도파관에서는 동축급 전선과 달리 따로 절연물을 사용하지 않고 내부에 공기뿐이므로 유전체 손실이 적음.

③ 방사손실이 없음.

도파관에서는 변위전류가 관내로 흐를 뿐이므로 전자파를 외부에 방사하거나 수신하는 일이 없음.

④ 고역 Filter로서 작용함.

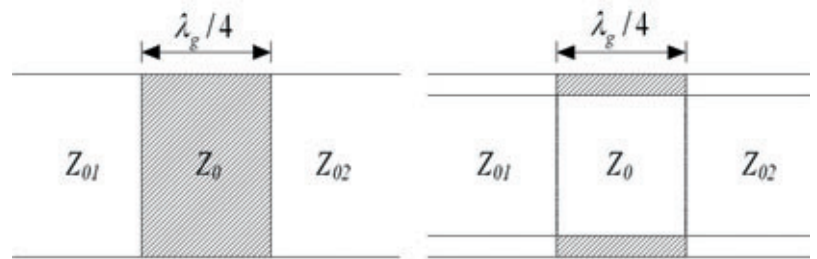
도파관 단면의 치수로 결정되는 차단 주파수가 있어 그 이상의 주파수만을 통과시켜 고역 filter로서 작용함.

⑤ 취급할 수 있는 전력이 큼.

⑥ 외부 전자계와 완전히 격리할 수가 있음.

3. 도파관의 임피던스 정합

(1) Q 변성기에 의한 정합

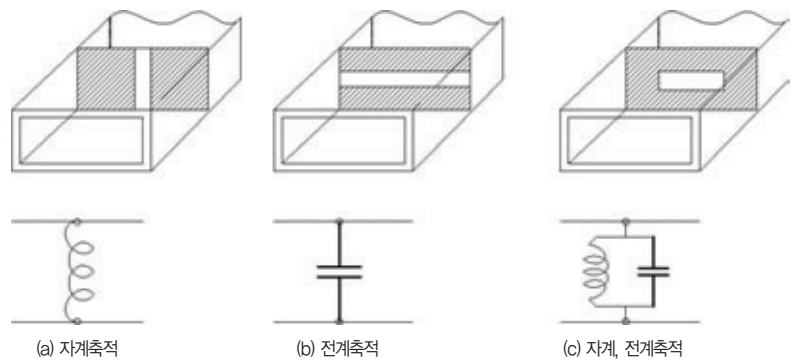


- 임피던스가 Z_{01} , Z_{02} 인 두 개의 도파관을 접속하는 경우
- 특성 임피던스가 $Z_m = \sqrt{Z_{01}Z_{02}}$ 인 도파관을 $\lambda_g/4$ 의 길이로 삽입하는 방식으로 $\frac{\lambda}{4}$ 임피던스 변화기에 의한 정합이라고도 함.

(2) stub에 의한 정합

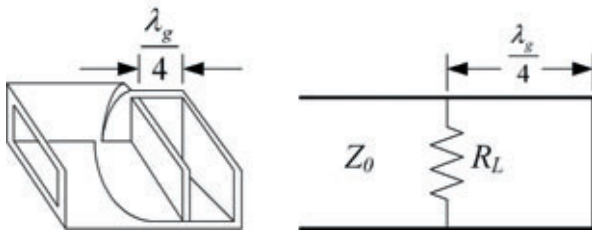
- 도파관과 병렬로 스텐브를 접속하여 부하에서의 길이와 스텐브의 길이를 적당히 조절함으로써 정합을 시킬 수 있음.

(3) 도파관 창에 의한 정합



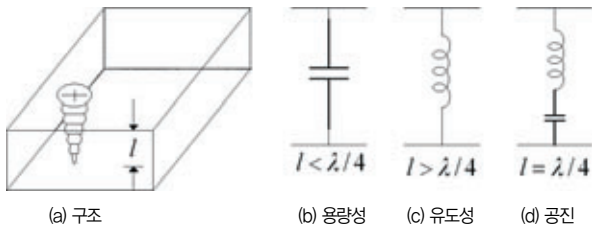
- 도파관내에서 관축에 직각으로 도체판과 같은 장애물을 간격을 떼어서 삽입하고 부하까지의 거리, 창의 폭을 적당히 선정하여 정합을 잡음.

(4) 무반사 종단회로에 의한 정합



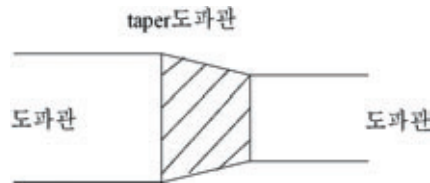
- 분포 정수회로에서 특성임피던스와 같은 부하로 도파관을 종단시키면 진행파만 존재하게 되어 정합시킬 수 있음.
- 즉, 저항막을 도파관에 직각으로 설치하고 $\frac{\lambda_g}{4}$ 되는 지점에 단락판을 설치하면 저항막에서 단락판을 본 임피던스가 무한대가 되어 반사파가 생기지 않음.

(5) 도체 봉(post)에 의한 정합



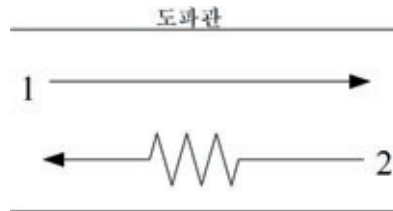
- 도파관의 넓은 면에서 도파관 내로 도체봉(post) 또는 나사를 삽입하여 정합을 시킴. 도파관에 반사파가 존재하는 경우 도체봉(post)에 의한 전자계에 의해 반사파를 상쇄시킴.

(6) Taper에 의한 정합



- 도파관의 치수를 완만하게 변형하여 임피던스를 정합시키는 방법으로 Gauss형 taper도파관이 많이 사용됨.

(7) 아이솔레이터(Isolator)에 의한 정합



- 1에서 2로 진행하는 파는 감쇄 없이 진행하지만 2에서 1로 진행하는 파는 큰 감쇄를 받는 비가역성 특성을 갖는 것을 아이솔레이터라 함. 진행파만 통과시키고 반사파는 통과시키지 않는 특성을 이용하여 정합을 시킴.

- 끝 -

[문제3] 스펙트럼 분석기(Spectrum Analyzer) 개요, 기능, 특성과 용도를 설명하시오.
(80회 4교시 3번 문제)

[문제4] 스펙트럼 아날라이저로 고주파증폭기의 출력신호를 측정하려고 한다. 측정시 주의사항과 기본 세팅항목을 열거하고 간단히 설명하시오.(81회 2교시 4번 문제)

[유사문제] 통신시스템을 오실로스코프와 스펙트럼 아날라이저로 측정시 차이점
(75회 1교시 1번 문제)

1. RF 측정기 개념 및 종류

가. 개념

- 고주파 신호의 분석과 측정에 흔히 사용하고 있는 Spectrum Analyzer, Oscilloscope, Network Analyzer 등은 측정 파형을 직접 눈으로 보고 결과를 인지한다는 점에서 아주 편리한 측정기이며, RF신호를 측정 분석하는데 없어서는 안 될 필수 불가결한 측정기임.

나. 종류

(1) Oscilloscope

- 입력신호를 적당히 가공(증폭, 감쇄)하여 그 파형을 수평축은 시간, 수직축은 진폭으로 한 그래프를 화면상에 표시해주는 기본적인 측정기이고, 그 이용범위는 아주 넓음.
- 최근의 모델들은 디지털 스토리지 기능을 이용하여 많은 부가 기능을 제공하고 있음.

(2) Spectrum Analyzer

- 입력신호를 적당히 가공(증폭, 감쇄)하여 그 파형을 수평축은 주파수, 수직축은 진폭으로 한 그래프를 화면상에 표시해주는 주파수 영역 분석기임.
- 시간영역 측정에서 해석이 곤란한 매우 복잡한 파형의 해석이 가능하고, Log척도를 사용하는 넓은 다이내믹레인지에 가졌음으로 아주 미약한 신호의 측정이 가능함.
- 최근에는 디지털 변조 신호를 포함하여 측정이 가능한 Signal Analyzer라고도 함.

(3) Network Analyzer

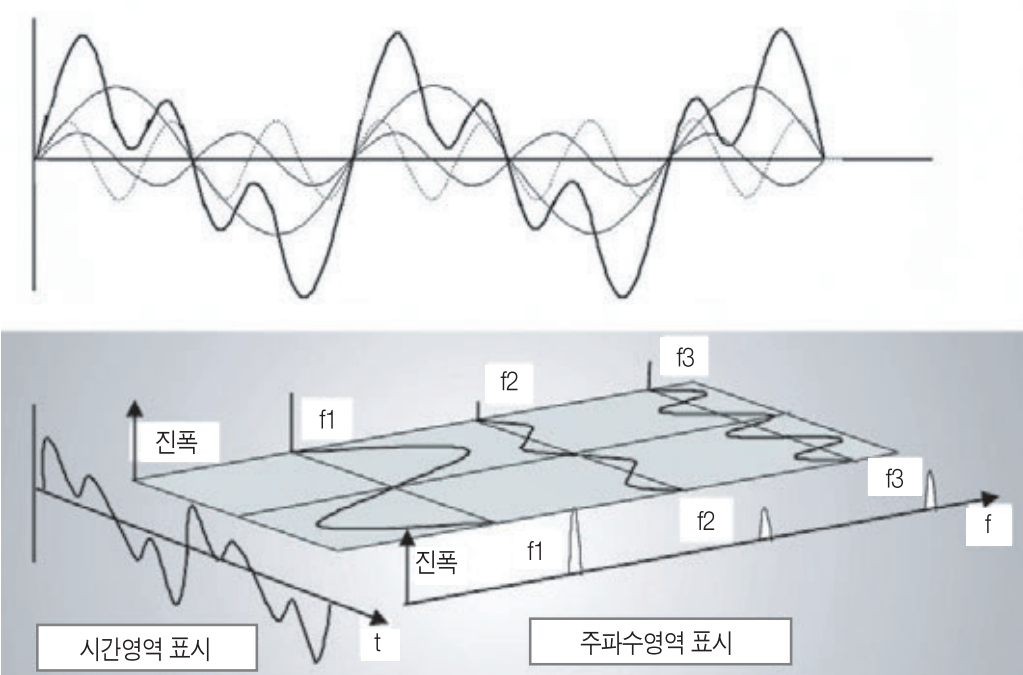
- 미리 알고 있는 기준신호를 고주파시스템 회로의 입력에 인가하여 그 응답 특성을 주파수영역에서 분석하는 측정기이고, 반사계수와 투과계수를 종합적으로 측정할 수 있음.
- 컴포넌트, 모듈, 시스템 등 물리적인 소자 등의 입출력을 분석하고, 특성을 나타냄.
- 방식에 따라 벡터 네트워크 분석기와 스칼라 네트워크 분석기로 구분됨.

2. 측정기 상호비교
가. 측정기의 특징 및 용도 비교

측정기기	구분	측정영역	용도	특징
Oscilloscope		시간영역	파형, 진폭, 위상, 주파수 측정 등	입력측에 인가되는 신호의 파형 및 진폭의 측정
Spectrum Analyzer		주파수영역	주파수 분석 및 측정, 레벨, 상대레벨, 찌그러짐 측정, 채널 파워 등	입력측에 인가되는 신호를 주파수영역으로 분해하여 각 주파수에 대한 레벨 측정
Network Analyzer	벡터	주파수영역	고주파 System 및 구성, 전달특성, 반사계수, 복소 임피던스, 위상 측정	미리 알고 있는 기준신호에 대한 상대 복소 이득 및 복소 임피던스 측정
	스칼라	주파수영역	고주파 System 및 구성, 전달특성, 반사계수 측정 등	미리 알고 있는 기준신호에 대한 상대 이득의 절대 값 측정

- Oscilloscope는 입력 신호를 증폭하여 바로 화면에 표시토록 설계되어 있으나, Spectrum Analyzer는 시간 영역의 입
력 신호를 수학적 또는 다른 동작을 추가하여 주파수영역의 특성을 얻도록 설계되어 있음.

나. 시간영역 표현과 주파수영역 표현 비교



3. Spectrum Analyzer의 용도

가. Spectrum Analyzer는 입력을 통하여 들어온 신호의 각 주파수 성분들을 분석하여 각 주파수별 신호의 크기를 표시하여 주며, 다음 항목의 측정에 응용되어 질 수 있음.

- 각 신호의 주파수, 레벨 측정
- 채널파워와 인접파워 측정
- 주파수 대역폭 측정
- 잡음 전력, 신호 대 잡음비(C/N, S/N Ratio) 측정
- 찌그러짐 측정(Distortion Measurement), 상호 변조(Inter Modulation), 고조파(Harmonic), 변조도, FM의 주파수 편이 측정
- 불요 방사신호(Spurious) 측정
- 송, 수신기 교정

나. Scalar Network Analyzer 기능으로 사용

- 만약 추적 발생기(Tracking Generator)와 브리지를 이용하게 되면, 응용 범위는 훨씬 확대되어 필터의 대역폭, 증폭기의 주파수 응답 특성 및 정재파비(Standing Wave Ratio) 등으로 측정범위를 확대 적용할 수 있음.

4. Spectrum Analyzer의 안전한 사용법

- 항상 입력 감쇄기를 최대로 함.
- 가능한 최대 기준 레벨로 함.
- 입력 신호가 화면에 나타나지 않는 것을 방지하기 위해서는 가장 큰 수평축(Span/Div, 또는 Max Span)을 이용함.
- 총 신호레벨이 아날라이저의 입력 허용치를 넘는 경우를 대비하여 가능한 외부 감쇄기를 사용 함.
- 과도하게 큰 신호들이 화면에 나타나는가를 주의 깊게 살피면서 아날라이저의 입력단에 신호선을 시험적으로 접촉(Contact)시켜 봄.

- 신호선을 안전하게 연결(Connect)한 후, 화면의 가장 큰 신호가 기준 레벨에 일치하도록 기준레벨을 줄여 나감.

- 고주파 전력계(Power Meter)를 가지고 있다면, 신호원을 아날라이저에 연결하기 전에 전력계를 이용하여 신호레벨을 점검함.

5. Spectrum Analyzer의 기본적인 조작

가. Spectrum Analyzer의 기본 조작은 크게 3가지로 나누어 질 수 있음

- 기준 레벨(Reference Level)
- 주파수(Frequency)
- 수평 주파수 간격(Span/Div)

나. 대부분의 Spectrum Analyzer들은 이 3부분의 조작으로 원하는 결과치를 얻을 수 있지만, 기타 조정 단자들도 물론 함께 사용해야 함. 기타의 조정 단자들은 Spectrum Analyzer를 더욱 편리하게 이용할 수 있도록 도와주고 사용자의 측정 목적에 적합하도록 해줌.

- 끝 -

