

18GHz 마이크로웨이브 전송장치의 개발

李大寧
三星電子(株)

I. 서론

1. 마이크로 웨이브 전송장치

마이크로 웨이브 전송 시스템은 설치, 운용, 유지, 보수 측면에서 광전송 시스템에 비해 장점을 지니고 있으나, 기상이변 또는 다중경로에 따른 fading 의 영향을 받아 시스템의 가용도를 저하시킬 우려가 있는 것이 단점이다.^[1-4] 그러나, 최근에 반도체의 초집적회로 구성 및 처리속도의 향상으로 대용량 마이크로 웨이브 전송용의 시간영역 적응 등화기가 1 chip (약 100,000 gate array) ASIC 으로 선진사에 의해 개발되었다. Digital radio system 의 수신부에 개발된 ASIC 의 사용은 fading 에 따른 문제점들의 완벽하게 해결할 수 있어, 시스템의 가용도는 CCIR 에서 권고한 objective 를 충분히 만족할 수 있는 신뢰도를 구축하게 되었다. 이러한 digital radio system 의 장점은 근거리는 물론, 장거리용 시스템의 수요 창출을 점차적으로 증가시키는 원동력이 되고 있다.^[5-8]

일반적으로 마이크로 웨이브 전송 장치는 장거리 전송과 단거리용으로 대별되며, 이는 사용하는 반송파 주파수와 변조방식 및 접속신호의 회선 용량등에 의하여 결정되어 진다. 용도에 따라서는 사설용, 국간 전송용, ATV(advanced TV), 방송신호 전송, 이동형등으로 구분되며, 최근 이동전화 서비스가 날로 발달하면서 cell 과 cell 간 및 micro cell 간 전송 용등으로 활용되고 있다. 이를 좀더 구체적으로 세분하면 2.0 GHz 대, 3.9 GHz 대, 4.7 GHz 대, 6.2 GHz 대, 6.8 GHz 대, 8.0 GHz 대, 11 GHz 대, 13 GHz 대, 15 GHz 대 등의 장거리 대용량 전송용 주파수가 있고, 18 - 23 GHz 대 및 30 - 50

GHz 등의 비교적 소용량 단거리 전송용 주파수가 있다.^[9,10] 변조 방식도 PSK, QAM, TCM 등 주파수 이용 효율을 높이기 위한 노력이 진행되고 있다. 또한 중속신호도 아날로그에서 디지털로 전환되고, 1, 5, 2, 8, 0, 34, 45 Mbps 등 비동기식 디지털 전송 신호는 물론, 155.520 Mbps 동기식 전송 신호의 접속이 가능하도록 되어 있다.^[5,8]

2. 국내 외 주파수 자원개발의 현황

먼저 국회의 주파수 자원의 개발에 대해서 살펴 보자. 한정된 주파수 자원을 효율적으로 운용하기 위하여 CCIR 및 FCC 에서는 마이크로 웨이브 대역의 주파수 할당 및 관련 표준화 작업을 지속적으로 수행하고 있다. 특히 한정된 주파수 자원하에 대용량 데이터 전송은 주파수 효율을 증가시켜야 하며, 이를 위한 방법으로는 크게 multi-level QAM 과 주파수 재사용으로 나눌 수 있다. 전자는 디지털 무선장비에서 각광을 받고 있는 변.복조 방법으로써, 오늘날에는 16, 64, 256 QAM 이 사용되며^[11,12], 512, 1024 QAM 등은 2000 년대 까지 개발 및 상용시행을 할 수 있도록 선진사에서는 목표를 잡고 있다. 한편 후자의 주파수 재사용은 동일 채널이중 편파(수직, 수평)를 사용하는 것으로, 선택된 변조 방법에 대해 주파수 효율(spectral efficiency) 을 2 배까지 증가시킬 수 있는 획기적인 방법이다. 이러한 주파수 재사용은 전파 경로상의 다중 경로에 따른 두 편파간에 간섭이 야기되며, 이러한 간섭을 제거하기 위해 시간영역의 적응 등화기 구조에 입각한 XPIC(cross polarization interference canceller)가 필수적으로 수반된다. 디지털로 구현된 적응 등화기는 1980 년대 중반부터 실제 시스템에 적용되었으며, 오늘날

선진사에서는 “state of the art technology” 의 1 chip ASIC 으로 구현되고 있다. [5-7] 이러한 CHIP 개발로 동일 채널 이중 편파 시스템을 구현할 수 있어, 시스템의 고부가 가치를 확립함은 물론 제품의 경쟁력을 제고하고 있는 추세에 있다. [14]

다음은 국내 마이크로 웨이브 주파수 할당 및 향후 활용계획에 대하여 설명하고자 한다. 지금까지 사용되어 오던 비동기식 디지털 마이크로 웨이브 시스템은 20, 30 MHz 의 채널 주파수 대역폭을 갖는 인터리브(interleave) 방식을 채택하였다. 최근에 전송 및 주파수 자원의 효율을 극대화하기 위하여 채널 주파수 대역폭을 30, 40 MHz 로 개선함으로써, CCIR 규정에 입각한 새로운 동기식(SDH) 시스템을 채택하기로 주파수 계획을 수립하였다. [15,16] 현재 비동기(PDH)식 디지털 시스템을 운용하고 있으나, 1993년부터는 동기식 시스템을 국내에서도 시험 운용할 수 있을 것으로 기대된다. 향후 통신망의 진화에 적극대응할 수 있도록 동기식 STM-1(synchronous transport module)신호의 접속과 동일 채널의 이중 편파를 적용하는 co-channel 방식의 운영이 가능하여 종전보다 2 배 이상의 주파수 이용 효율을 증가할 수 있도록 통신사업용 전파 지정 기준이 최근에 개정되었다.

3. 내용 전개 및 구성

본고에서는 국내·외 무선 전송 시스템의 수요창출 및 주파수 자원의 개발에 능동적으로 대처하기 위해 최근에 삼성전자에서 독자개발에 성공한 18GHz 대 디지털 마이크로 웨이브 전송장치를 제 II 장에서 소개한다. [17] 제 III 장에서는 국내 무선산업 발전을 위해 본 시스템에서 개발된 핵심 부품의 국산화 현황에 대하여 기술하며, 또한 현재 개발이 진행되고 있는 전송용량 증대를 위한 기능들과 향후 개발이 추진되어야 할 대용량 디지털 마이크로 웨이브 전송장치 및 이와 관련된 기술들을 중심으로 언급하고, 제 IV 장에서는 최종 결론을 맺기로 한다.

II. 디지털 마이크로 웨이브 시스템

1 장치의 개요

삼성전자에서 개발한 시스템은 18 GHz 대의 반송파 주파수를 사용하는 장치로써, 8, 34, 45 Mbps 급의 다양한 전송 용량을 갖으며, 디지털 회로는 C-

MOS ASIC 을 사용하여 회로의 고밀도화, 소형화, 저전력화는 물론, 고신뢰도를 갖도록 설계되었다. 또한 교환기, PCM 단국장치, 다중화 장치 및 디지털 회선 분배 장치등과 자유롭게 접속이 가능하고 우리나라의 전송계위가 복미 방식에서 유럽방식의 혼합계위 방식으로 발전됨에 따라 45 Mbps 까지의 모든 전송계위를 수용할 수 있도록 설계되었다. 더우기 최근에 복미에서 표준방식으로 채택하여 개발을 진행하고 있는 27 Mbps high definition TV(고화질 TV) 신호의 접속도 가능하다. 이와같은 다양한 종속 신호의 접속은 물론 시스템의 신뢰도와 가용성(availability)을 높이기 위하여 전 부분이 1 : 1 HOT-STANDBY 로 구성이 가능하도록 되어 있어, 일부분의 고장이 발생하여도 예비 시스템으로의 보호 절체(protection switching)가 가능하다. 또한 운영 및 유지 보수가 용이하도록 시스템의 각종 동작상태를 자동감시하고 대국의 상태를 loop back 하여 점검할 수 있도록 마이크로 프로세서로 제어되는 자기 진단 기능과 BER(bit error rate) 측정기능이 들어 있으며, 특히 PC 를 접속하여 보다 상세한 시스템 운영 상태를 확인할 수 있도록 되어 있고, 시스템의 고정 설치는 물론, 차량에 탑재하여 긴급이동설치도 가능하도록 설계되어 있다.

2. 장치의 구성

1) 장치의 구성 요소

18 GHz 디지털 마이크로 웨이브 시스템은 그림 1 과 같이 옥내장치, 옥외장치 및 안테나의 3 가지 요소로 구성되어 있고, 옥내장치는 차량내부 또는 실내에 설치되고, 옥외장치와 안테나는 차량위 또는 실외에 설치된다. 옥내장치와 옥외장치간에는 최대 300 meter 까지 단일 동축 케이블로 연장이 가능하도록 되어 있다. 또한 옥내장치와 옥외장치간에는 별도의 전원 케이블 없이 운영되도록 되어 있다.

2) 옥내장치

옥내장치는 전원 공급기, 중간 주파수 증폭기, 변조기, 복조기, 다중화기, 타합선 모듈, 감시제어기로 구성되며, 1 : 1 HOT-STANDBY 구성을 위하여 타합선 모듈과 감시 제어기를 제외한 모듈을 2 개씩 실장하며, 옥내장치의 외형도는 그림 2와 같다.

3) 옥외장치

옥외장치 하우징은 RF 모듈, 웨이브 가이드(wave guide) 필터, 써큘레이터(circulator), 전력 분배기

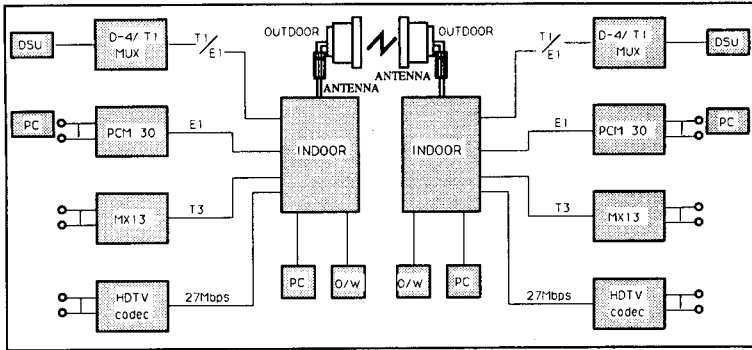


그림 1. 18 GHz 마이크로 웨이브 전송 시스템의 구성도.

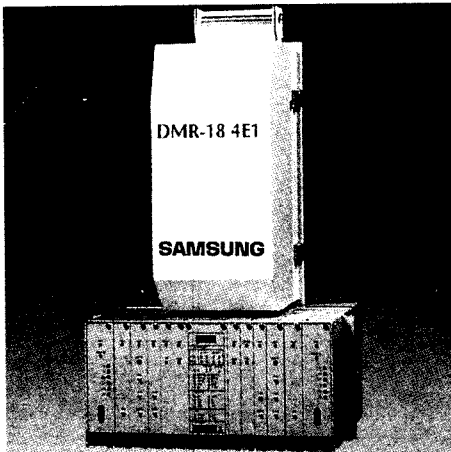


그림 2. 옥내장치(Indoor Shelf)의 외형도.



그림 3. 옥외장치(Outdoor Shelf)의 외형도.

(power divider), 체인지-오우버-스위치(change-over-switch)로 구성되며, RF 모듈은 Up/Down converter, 전력 증폭기, 저잡음 증폭기, 국부 발진기, M/C(Monitor / Control:감시제어)등으로 세분된다. 국부발진기는 PLDRO(phase locked direct resonated oscillator)를 사용하거나, synthesizer를 사용할 수 있도록 설계되어, 긴급 이동 설치시에 반송파 주파수를 임의로 선택할 수 있도록 되어 있다. 또한 RF 모듈은 이중화 실장이 가능하여 1 : 1 HOT-STANDBY 로 운영이 가능하다. 이러한 특징을 가진 옥외장치의 실제 설치도를 그림 3 에 나타내었다.

4) 주파수 할당표(MHz)

가) FCC 의 18 GHz 대 주파수 할당표

현재 FCC 에서 권고한 18 GHz 대 근거리 디지털 마이크로 웨이브 장치의 주파수 할당은 표 1과 같다.

나) 개발한 제품의 주파수 할당

18GHz 디지털 마이크로 웨이브 시스템은 FCC 의 주파수 할당과 호환성을 갖도록 설계되어 있으며, 데이터량이 8 Mbps, 45 Mbps 인 경우에 채널 대역폭이 8 MHz, 40 MHz 을 갖으며, 채널 분배는 표 2 와 같다.

3) System 제원 특성

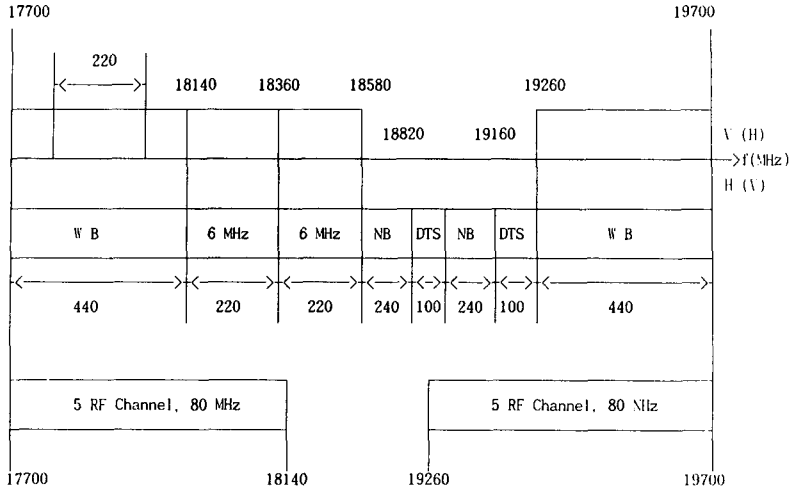
본 장치는 표 3과 같은 제원 및 특성을 갖는다.

4) 각 구성의 블럭별 기능

(1) Indoor Self 기능

디지털 마이크로 웨이브 시스템인 DMR 18 4E1 의 Indoor Shelf 는 4 개의 E1 신호를 수신하여 1

표 1. FCC의 18 GHz 대 주파수 할당표



여기서, DTS: Digital Termination System

NB: 5, 10, 20 MHz Channel

WB(wide band): 10, 20, 40, 80 MHz Channel

RF: Radio Frequency

표 2. 개발한 18 GHz 대 마이크로 웨이브 전송 시스템의 주파수 할당표

파수 합성기를 통해 Outdoor housing 으로 보내진

SYSTEM 구성	8 Mbps 신호 전송		45 Mbps 신호 전송	
	송신(GHz)	수신(GHz)	송신(GHz) *	수신(GHz) *
NON-STANDBY 구성	18.58 - 18.66	18.92 - 19.00	17.720	19.280
	18.66 - 18.74	19.00 - 19.08	17.760	19.320
	18.74 - 18.82	19.08 - 19.16	17.800	19.360
	18.92 - 19.00	18.58 - 18.66	17.840	19.400
	19.00 - 19.08	18.66 - 18.74	17.880	19.440
	19.08 - 19.16	18.74 - 18.82	17.920	19.480
HOT-STANDBY 구성	18.58 - 18.66	18.92 - 19.00	17.960	19.520
	18.66 - 18.74	19.00 - 19.08	18.000	19.560
	18.74 - 18.82	19.08 - 19.16	18.040	19.600
	18.92 - 19.00	18.58 - 18.66	18.080	19.640
	19.00 - 19.08	18.66 - 18.74	18.120	19.680
	19.08 - 19.16	18.74 - 18.82		

주)*: 45 Mbps용의 주파수는 채널의 중심 주파수이며, 단지 Non-Standby인 경우임.

표 3. 시스템의 제원 및 특성

개의 E2 신호로 다중화하고, scrambler 및 differential coding 을 거쳐, 200MHz 의 OQPSK 신호로 변조한다. 이 신호는 IF-AMP 내에 있는 주

항 목	특 성	비 고
1. 기 구 1) 육내장치 - size(H x W x D) - 무게 2) 육외장치 - size(H x W x D)	- 221 x 434 x 370(mm) - 13.5 kg 이하 - 502 x 241 x 270(mm) - 13.0 kg 이하	- Non-standby 구성시 - Non-standby 구성시
2. 환경 특성 1) 동작온도 - 육내장치 - 육외장치 2) 보관온도 - 육내장치 - 육외장치 3) 동작습도(상대습도) - 육내장치 - 육외장치 4) 보관습도	- 0° C ~ + 50° C - -30° C ~ + 50° C - -30° C ~ + 70° C - -30° C ~ + 70° C - 85 % 이하 - 99 % 이하 - 99 % 이하	
3. 전원 1) 사용전력 2) 소비전력	- -42 V(D.C) ~ -54 V(D.C) - 최대 90 Watt	- Non-standby 구성시
4. 주파수 1) 사용 주파수대(GHz) 2) 송, 수신 주파수 간격	- 18.58 ~ 18.82 - 340 MHz	
5. 전송용량	- 120 회선 - 672 회선 - HDT 1 회선	- 1 E2 (8,448 Mbps) - 4 E1(4x2,048 Mbps) - 1 DS-3(44,736 Mbps)
6. System 이득(gain)	- 94 dB 이상	- BER(1 x 10 ⁻⁶ 시)

7. 송신부 특성 1) 송신출력 2) 변조방식 3) BIT RATE 4) 주파수 안정도 5) 전송 범위 대역폭 6) 중간 주파수	- + 18 dBm - DCO QPSK - 8.64 Mbps - 44.736 bps - + 10 ppm 이하 - 10 MHz 이하 - 60 MHz 이하 - 200 MHz	- +17dBm(Hot-standby) - 8.448 Mbps 접속시 - 44.736 Mbps 접속시
8. 수신부 특성 1) 감응저수 2) 최저 수신레벨 3) 중간 주파수 4) BIT RATE	- 7.5 dB 이하 - 76 dBm 이하 - 140 MHz - 8.64 Mbps - 44.736 Mbps	- BER(1 X 10 ⁻⁶ 시)
9. 종속신호 접속 특성 1) E1 전송 특성 - 전송속도 - Line Code - 임피던스 - 펄스파형 2) E2 전송 특성 - 전송속도 - Line Code - 임피던스 - 펄스파형 3) DS-3 전송 특성 - 전송속도 - Line Code - 임피던스 - 펄스파형	- 2.048 Mbps - HDB3 - 120 Ohm * 5 x Balance - CCITT G 703 17.2 항 - 8.448 Mbps - HDB3 - 75 Ohm Balance - CCITT G 703 17.2 항 - 44.736 Mbps - B32S - 75 Ohm Unbalance - CCITT G 703	

다. 한편 수신시에는 Outdoor housing 으로 부터 변환된 수신 140MHz IF 신호는 주파수 합성기를 거쳐, IF-AMP 에 입력된다. 입력된 신호는 IF 필터 및 증폭과정을 거쳐서 복조기로 인가된다. 복조된 1 개의 E2 신호는 decoding 및 descramble 된후에 4 개의 E1 신호로 역 다중화가 이루어 진다. 그림 4 는 이상에서 설명한 Indoor Shelf 내의 block diagram 나타낸 것이다.

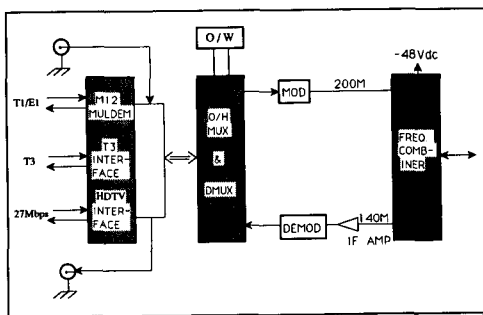


그림 4. 옥내장치(Indoor Shelf) 의 내부 구성도.

(2) Outdoor Housing 기능

Outdoor housing 은 최대 300 meter 의 coaxial cable 에 의해 Indoor self 와 연결되어 송신 IF 신호(200MHz), 수신 IF 신호(140MHz), FSK 신호(감시제어용), 경보 및 제어 신호, 그리고

-48 V DC power 를 주고 받는다. Indoor self 로 부터 송신된 200 MHz 변조신호는 IF 결합기에서 480MHz 로 주파수 변환된 후, 2차 주파수 상승기 (Up-converter)에 의해서 18GHz 대역의 RF 신호 로 변환된다. 이 신호는 HPA(high power amplifier)에 의해서 증폭된 후, 채널 분리 필터 및 antenna 를 통해 송출된다.

수신시에는 antenna 로부터 LNA(low noise amplifier) 에 의해 증폭된 18 GHz 의 수신 신호는 주파수 하강기(down-converter)에 의해 140 MHz IF 신호로 주파수 변환되고, IF 결합기를 통해 Indoor Self 로 보내진다. 그림 5는 이상에서 설명한 Outdoor Shelf 내의 block diagram 을 나타낸 것이다.

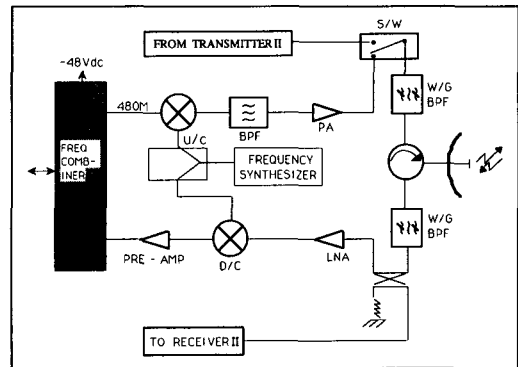


그림 5. 옥외장치(Outdoor Shelf) 의 내부 구성도.

5) 부가 기능

(1) 절체 기능

표 4. 절체 장치의 종류 및 특성

절체 방식	절체 부분	절체 대상
수동	송신단(Tx)절체	- 저국 Tx 절체 (system HOT->STANDBY 간) - 대국 Tx 절체 (")
	수신단(Rx)절체	- 저국 Rx 절체 (") - 대국 Rx 절체 (")
자동	Indoor 내 임의의 unit 이남시	- Tx, Rx 모두 절체
절체	Indoor 내 임의의 unit fault alarm 상태에 따른 절체	- Unit PSU, IF-AMP, O/H, M12 : Tx, Rx 절체 - Unit MOD : Tx 절체 - Unit DEMOD : Rx 절체

본 시스템의 절체방식은 수동(manual switching) 및 자동(automatic switching)으로 분류할 수 있으며, 시스템에서 구현한 절체종류 및 대상을 표 4에 간략히 나타내었다.

(2) 감시제어 기능

본 시스템의 감시제어 기능은 크게 6 가지로 대별되며, 이들은 동작 시스템(A system 으로 정의함)에 대해서 살펴 보면 다음과 같다.

① Monitor 할 system 선택(polling 방식에 의해 check 됨)

② Local A system 의 상태 감시(polling 방식에 의해 check 됨)

③ Local A system 의 송신 레벨 감시(polling 방식에 의해 check 됨)

④ Local A system 의 수신 레벨 감시(polling 방식에 의해 check 됨)

⑤ Local A system 의 동기 lock out 상태 감시

⑥ Local A system 의 BER 상태 감시

또한 Stand-by 시스템에서도 동작 시스템과 동일하게 감시제어가 이루어 진다.

(3) Loopback Test 기능

본 시스템의 loopback test 기능은 수동, 자동으로 이루어 지며, 시험 기능은 8M loopback / IF loopback, TP(test pattern) 8M loopback / TP IF loopback, Remote(8M) loopback 3가지로 분류된다. 본고에서는 한 예로 8M loopback / IF loopback 시험기능에 대해 간략히 기술한다.

① 8M loopback test 시 A system 의 Tx, Rx 동작하는 경우 : Tx, Rx 모두 B system 으로 절체되고, A system 의 loopback 이 정상이면 감시제어(M/C) 장치의 LCD 상에 local A system 의 8M loopback test 가 정상(normal) 임을 display 한다.

② IF loopback test 시 A system 의 Tx, Rx 동작하는 경우 : Tx, Rx 모두 B system 으로 절체되고, A system 의 loopback 이 정상이면 감시제어(M/C) 장치의 LCD 상에 local A system 의 IF loopback test가 정상(normal) 임을 display 한다.

③ 8M loopback test 시 B system 의 Tx, Rx 동작하는 경우 : Tx, Rx 모두 A system 으로 절체되고, B system 의 loopback 이 정상이면 감시제어(M/C) 장치의 LCD 상에 local B system 의 8M loopback test가 정상(normal) 임을 display 한다.

④ IF loopback test 시 B system 의 Tx, Rx 동작하는 경우

: Tx, Rx 모두 A system 으로 절체되고, B system 의 loopback 이 정상이면 감시제어(M/C) 장치의 LCD 상에 local B system 의 IF loopback test 가 정상(normal) 임을 display 한다.

4) 경보상태 표시기능

본 시스템의 경보상태 표시 기능및 원인을 표 2-5에 간략히 나타내었다.

표 5. 경보상태 표시 기능및 원인

항 목	원인 및 상태	진단표시(LED)
P S U	- 과전압/과전류 및 저전압시	- 해당단자 Fault On
IF-WIP	- 저전압 레벨 입력시(-76dBm 이하 수신)	- "
MOD	- Modulation off 기능 발생시	- "
DEMOD	- No input, Carrier & clock lock out 시	- "
O/H	- Frame synch. loss 시	- "
M12	- 신호입력 검출 및 Frame 동기 loss 시	- "
SMTR	- 송신 레벨이 너무 작을 때	- "
RCLR	- 수신 레벨이 너무 작을 때	- "

5) 타합선(order wire) 기능

본 기능은 주국과 부국 또는 중계국간의 order wire 를 위한 것으로서, 단국 또는 중계국간을 선별하여 개별 호출 및 전체호출과 통화기능을 구현한다. 또한 음성및 DTMF 신호를 송신하는 주 unit 로서 64KHz over head bit 기능과 TANDEM 중계기능(2 방향)이 내장되어 있다. 끝으로, 타합선의 회로는 크게 선로 TANDEM 부, OVER HEAD BIT 부, ADM 부, HAND SET 및 통화로부, TONE OSC. AMP 부, DTMF 수신부, LED 표시부로 구성된다.

6) 시험기능

본 장비에서는 수동 및 자동으로 TP(test pattern) 의 발생 및 BER 검출에 의해서 시스템의 장애를 탐색할 수 있다.

Ⅲ. 국산화 현황및 향후 개발과제

1 핵심 모듈 국산화 현황

본 시스템에서 개발한 핵심 모듈 및 부품 개발에

대한 국산화 현황을 표 6 에 간략히 나타내었다.

표 6. 개발한 핵심 모듈 및 부품 특성

항목	특성 및 기능	국산화 정도
LNA	- 저잡음 증폭기: 잡음 지수 <3.5 dB, 이득 20dB	100 %
주파수 합성기	- 주파수 기생 범위: 30MHz, 저위상 잡음: @ 10KHz, 100dBc	100 %
도파관 여파기	- dual mode waveguide 이용(경박단소화합) 통과대역 : 120 MHz, 저지대역: 340 MHz	100 %
O/H MUX/DE	- 자체 custom IC 화, CMOS gate array: 8000 개	100 %

* LNA: low noise amplifier, O/H MUX/DE: over/head multiplexer/demultiplexer

나) 2단계 추진 계획(2000~)

항목	주파수별 (GHz)	채널간격 (MHz)	변조방식 (QAM)	최대 전송 용량, Mbit, (회선)	비고
동기식 Digital Radio System (Dual-Pol) 512 QAM(적용)	4	40	512(Co-Ch)	4*STM-1, 622, (8064)	●
	6.2	59.3	512(Co-Ch)	6*STM-1, 933, (12026)	
	6.7	40	512(Co-Ch)	4*STM-1, 622, (8064)	●
	8	40	512(Co-Ch)	4*STM-1, 622, (8064)	●
	11	40	512(Co-Ch)	4*STM-1, 622, (8064)	●

주) 2-carrier system(80MHz/RF channel) 적용시에는 1.243- gbit 전송가능

*) 단거리 고정용 새로운 주파수대

- 광관로 구성이 어려운 구간 및 경제성 우위 구간 설치
- 전송용량 및 전송거리에 적절한 주파수대 선택
- 주파수 대역: 15-18 GHz 대, 20-50 GHz 대 발굴

**) 도서벽지 통신 주파수대

- 2GHz 대 주파수 사용 (1909~2100 MHz)
- 가입자 무선장치 내륙 사용확대

2. 국내 현재 운용 시스템 및 주파수 자원개발 전망
국내의 현재 운용중인 주파수 대역별 시스템의 현황 및 향후 주파수 자원 개발에 대한 전망을 표 7에 나타내었다.

표 7. 국내의 현재 운용중인 주파수 대역별 시스템의 현황 주파수 자원 개발에 대한 전망

1) 현재 운용 마이크로 웨이브 시스템

항목	주파수별 (GHz)	채널간격 (MHz)	변조방식 (QAM)	최대 전송 용량, Mbit, (회선)	비고
비동기식 Digital Radio System	4	29	16/64	3053, 140, (2016)	
	6.2	29, 65	16/64	3053, 140, (2016)	
	6.7	40(20)	16/64	3053, 140, (2016)	
	8	29, 65	16/64	3053, 140, (2016)	
	11	40	16/64	3053, 140, (2016)	

3. 향후 핵심기술 개발과제

향후 장거리 대용량 및 근거리 중,소용량 digital radio system 은 multi-level QAM, multi-carrier, multi-band, SDH(synchronous digital hierarchy) 및 PDH(plesiochronous digital hierarchy) 의 수용, 그리고 전체적인 망을 중앙 집중 제어 할 수 있는 network management 의 일반적인 성격을 포함해야 하며, 또한 SDH 의 기본 전송 용량인 STM-1(155.520Mbit/sec), STM-4, STM-16 과 기존의 SONET 계위의 optical fiber 및 NNI(network node interface) 등에 compatible 할 수 있는 다기능을 가지게 된다. 이러한 다양한 요구를 만족시키기 위해 개발 및 보완해야 할 핵심 기술들을 서술하면 다음과 같다.

1) RF part

- 직교편파간 고변별 안테나
- 자동전력 조절기: ATPC
- OMT(orthomode transducer)
- SSPA(solide state power amplifier)
- PLDRO(phase-locked dielectric resonator oscillator)
- Pattern diversity(angle diversity)

2) IF part

- 적용 공간 다이버시티(diversity) 결합기

2) 주파수 자원의 개발 전망

가) 1 단계 추진 계획(1995~ 2000)

항목	주파수별 (GHz)	채널간격 (MHz)	변조방식 (QAM)	최대 전송 용량, Mbit, (회선)	비고
동기식 Digital Radio System (Dual-Pol) 64/128 QAM(적용)	4	40	64(Co-Ch)	2*STM-1, 311, (4032)	●
	6.2	29, 65	128(Co-Ch)	2*STM-1, 311, (4032)	
	6.7	40	64(Co-Ch)	2*STM-1, 311, (4032)	●
	8	40	64(Co-Ch)	2*STM-1, 311, (4032)	●
	11	40	64(Co-Ch)	2*STM-1, 311, (4032)	●

주) 2-carrier system(80MHz/RF channel) 적용시에는 622Mbit 전송가능

Co-Ch: Co-Channel system: 동일 채널 이중편파(H, V Pol)

- 적응 주파수 영역 등화기
- 군 및 경사 등화기(group / slope equalizer)
- 적응제어 가능한 pre-distorter
- 자동이득 조절기
- 3) 변복조 및 기저대역 신호처리
 - 16, 64, 256, 512, 1024 QAM(quadrature amplitude modulation)
 - 적응 시간영역 등화기: ATDE
 - 직교편파간의 간섭제거기: XPIC
 - FEC(forward error correction)
- 4) 시스템 절체 및 감시제어 기능
 - hitless function
 - 수동 및 자동 감시제어
 - 원격 및 전체적인 망 감시제어(TMN : Telecommunication Management Network)

이상에서 설명한 각 부분은 시스템 구성시 필수적인 요소들이며, 또한 전체 시스템의 성능을 좌우하는 핵심적인 요소들이기도 하다. 또한 각 부분의 H/W적인 구현은 "state of art technology" 를 적용하여 RF 부분은 MIC, MMIC 로, IF 및 baseband 부분은 적응 알고리즘을 적용한 micro-processor control, VLSI, one chip ASIC 등으로 날로 첨예한 기술변신을 추구하고 있다.

IV. 결 론

이상에서 설명한 바와 같이 삼성전자가 개발한 18 GHz 대 디지털 마이크로 웨이브 장치는 국내에 적용되고 있는 모든 디지털 전송 계위의 접속과, 전파지정 기준을 준수함은 물론, 수출을 위하여 유럽 방식 전송계위의 접속도 가능토록 설계되었다. 주요 핵심 RF 능동 모듈은 독자 개발을 하고, 특히 난이도가 높은 synthesizer 는 한국 항공대학교 김 원후 교수의 자문을 받아 완성하고, 비교적 난이도가 높지 않은 RF 수동 모듈과 관련 부품들은 삼성전자의 지도 하에 전문 중소기업이 개발하는 등 산학협동은 물론, 시스템 제조업체와 중소 부품제조 업체간의 기술 협력에 의한 개발작품으로써, 국내 무선통신 산업 발전에 좋은 본 보기가 되었다고 생각한다. 이렇게 국내 기술로 개발한 디지털 마이크로 웨이브 장치가 공중통신 사업자는 물론, 사설 통신망, 이동 전화의 cell

site 간 또는 긴급 재해 복구용 등 폭 넓게 활용되기를 기대하며, 여기서 습득한 기술을 바탕으로 광대역 동기식 전송계위를 수용하는 장거리용 디지털 마이크로 웨이브 장치 개발에 활용할 계획이다.

參 考 文 獻

- [1] Larry J. Greenstein and Mansoor Shafi, Microwave Digital Radio, IEEE Press, 1988.
- [2] W. D. Rummmler, "A New Selective Fading Model: Application to Propagation Data", Bell System Technical Journal, May/June, 1979.
- [3] A. A. R. Townsend, Digital Line-Of-Sight Radio Links : A Hand Book, Prentice Hall, 1988.
- [4] J. K. Chamberlain, F. M. Clayton, H. Sari, and P. Vandamme, "Receieve Techniques for Microwave Digital Radio", IEEE Communications Magazine, March 1987.
- [5] W. Bourdon, W. Geidel, G. Lange, J. G. Neideck, "A New Generation of SDH-Radio Relay System for 1155/2 155/4 155Mbit/s", 3rd ECRR, 1991.
- [6] G. Sebald, B. Lankl, J. A. Nossek, "Advanced Time- and Frequency-Domain Adaptive Equalization in Multilevel QAM Digital Radio Systems", IEEE Journal on Selected Areas in Commun., Vol. SAC-5, No. 3, April 1987.
- [7] R. Valentin, H. G. Giloi, and K. Metzger, "Performance of Digital Radio Systems in Co-Channel Cross-Polarized Operation", Globecom, pp. 1791-1795, 1991.
- [8] T. Murase, A. Hashimoto, and J. Segawa, "Design and Performance of the SDH based Microwave Digital Radio

- Systems", 3rd ECRR, 1991.
- [9] CCITT 권고사항, 1991.
- [10] FCC 권고 사항, 1988.
- [11] H. Matsue, T. Shirato, and K. Watanabe, "256 QAM 400 Mb/s Microwave Radio System with DSP Fading Countermeasures", ICC, pp. 1362-1367, 1988.
- [12] T. Noguchi, Y. Daido, and J. A. Nossek, "Modulation Techniques for Microwave Digital Radio, IEEE Communications Magazine, Oct. 1987.
- [13] Ferdo Ivanek, Terrestrial Digital Microwave Communications, Artech house, 1989.
- [14] Vergeres D., Jordi P., Loembe A., Rubli S., Moerz G., Mahr U., "Antenna Pattern Diversity and Vertical Space Diversity on the Chasseral - Geneva Radio Link : First Results in the Reverse Direction, 3rd ECRR, 1991.
- [15] 한국 무선국 관리사업단, "주파수 분배표", 1992. 10.
- [16] 체신부, "통신 사업용 전파 지정기준", 1992.
- [17] 삼성전자, "D - M/W (MDR-18 4E1, 1 DS-3) 제품 설명서", 1992. 1. ④

筆者紹介



李大寧

1953年 10月 25日生

1974年 2月 한국항공대학교 통신공학과

1988年 8月 경북대학교 산업대학원

1977年 8月 ~ 1982年 8月 광진전자공업(주)

1982年 8月 ~ 현재 삼성전자(주) 전송연구그룹 수석연구원

주관심분야: 광전송, 마이크로웨이브전송