

광송신기에서의 평균결합전력 정의 및 측정방법 연구

(A Study on the Definition and the Measuring Method of
Average Coupled Power in Optical Transmitters)

장동원*

(D. W. Jang)

본 고에서는 광통신 시스템 송신단에 영향을 주는 파라미터를 분류하고 기술하였다. 광통신 시스템을 안정적으로 운영하기 위해서는 성능 관련 파라미터에 대한 기준값을 정해야 한다. 본 고에서는 송신단의 기준 파라미터로 평균결합전력을 선정하고 이 값에 영향을 주는 요인들을 분석했으며, ITU-T에서 권고한 평균결합전력값을 분석하였다. 또한 측정기를 이용하여 실제로 평균결합전력을 측정하는 방법에 대해서도 기술하였다.

I. 서 론

평균결합전력은 송신기에서 섬유와 결합되는 기준점 S(그림 1) 참조)에서 의사 랜덤 데이터 시퀀스의 평균 광전력이다. 평균결합전력은 다른 파라미터들과 마찬가지로 시스템 비용 최적화를 고려하고 동시에 표준 운용 조건하에서 운용, 송신기 커넥터 열화, 측정 허용 공차 및 노후(aging) 효과 등을 고려해서 결정해야 한다. 또한 수신 감도에 대한 계산값과 기준점 R((그림 1) 참조)에서 수신기에 대한 과부하점 등도 고려해야 한다.

또한 평균결합전력은 광통신 기술이 비동기 방식에서 동기 방식으로 전환되고 있음을 고려해서 정해져야 한다. 이와 함께 동기 디지털 계층에서 사용되는 횡적인 시스템 호환 가능성을 제공하기 위해서 경제적이고 기술적인 면을 고려해서 결정한다.

이 외에도 저손실 구간에서 최대 평균결합전력으로 냉각 레이저를 사용하지 않는 응용은 외부에 제거 가능한 광감쇠기를 부착하여 사용될 수도 있다. 이러한 점을 고려해서 장거리 응용에서 운용될 수 있도록 경제적으로 시스템을 설계하여야 한다.

평균결합전력은 발사력과 최대 가능 노출시간 등이 종사자의 안전에 위험을 주는지에 대한 안전 사항까지도 고려해서 결정되어야 한다.

* 프로토콜기술연구실 선임연구원

송신단에서 평균결합전력을 결정하기 위해서 먼저 광섬유 선로시스템 인터페이스에 대한 정의를 (그림 1)과 같이 한다. (그림 1)에서 점 S는 송신기의 광 커넥터(C_{TX}) 바로 다음의 광 섬유에 대한 기준점이며, 점 R은 수신기 광 커넥터(C_{RX}) 바로 이전의 광섬유에 대한 기준점이다. 분배 프레임에서 추가되는 커넥터는 섬유 링크의 일부로 간주하며 점 S와 R사이에 위치하게 된다.

(그림 1)에서 점 S는 송신기에 관련된 파라미터, 점 R은 수신기에 관련된 파라미터, 그리고 점 S와 R 사이에서는 광 경로에 관련된 파라미터들이 정의된다. 여기서 정의된 모든 파라미터 값은 표준 운용 조건 등 위에 열거된 여러 가지 고려사항에 맞게 가정된 환경에서 최악의 경우에 대한 값이어야 한다. 이 파라미터들은 여러 응용에서 광경로 감쇠 및 분산조건의 극단적인 경우에 대해 1×10^{-10} 이하의 비트오율을 갖는 광구간을 설계하도록 ITU-T에서는 권고하고 있다.

송신단에서는 평균결합전력 이외에도 아래와 같은 관련 파라미터들이 정의된다.

- 공칭 광원 유형 :발광 다이오드, 다중 모드 레이저, 단일모드 레이저

- 스펙트럼폭 :발광 다이오드, 다중모드 레이저
(최대 평균 제곱근)
첨두 모드에서 20-30dB 이하 단일 모드 레이저 중앙 파장 첨두 20dB 이하의 최대 폭처핑과 유한 측파모드 억압비에 따른 분산 효과
동적레이저 특성 규명

- 소광률 : $EX = 10\log_{10}(A/B)$,

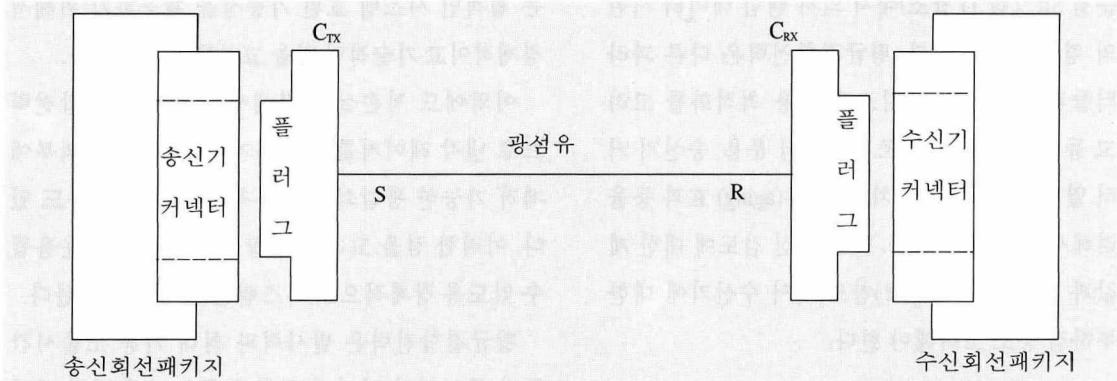
A : 논리 1에 대한 평균 광 전력 레벨

B : 논리 0에 대한 평균 광 전력 레벨

- 아이 패턴 마스크 :수신감도의 열화를 막기 위하여 상승 시간, 하강 시간, 펄스 오버슈트, 펄스 언더 슈트, ringing 등 명시

II. 평균결합전력 결정시 고려사항

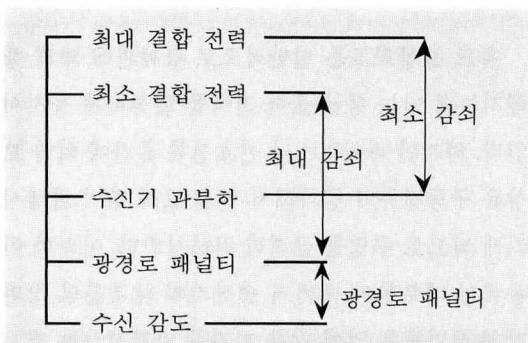
평균결합전력 파라미터값을 결정하기 위해서 1절에서 설명한 모든 고려사항을 보다 자세히 분석



(그림 1) 광섬유 선로 인터페이스

할 필요가 있다. 이를 위해서 시스템 운용 파장, 광원 유형, 그리고 파라미터간의 관계에 대해서 자세히 설명한다.

(그림 2)에 나타낸 것과 같이 평균결합전력은 광통신 시스템의 다른 파라미터들과의 관계를 가지고 있으므로 파라미터값 결정시 반드시 고려되어야 한다. 평균결합전력은 (그림 2)에 표시된 다른 파라미터들과 함께 먼저 광 경로 전체 감쇠를 고정시켜서 결정하게 된다. 이러한 파라미터들 중에는 케이블의 설계 마진도 포함되어야 한다. 뿐만 아니라 반사, 간섭, 모드 분할 잡음, 쳐핑 등에 의한 열화를 고려한 광경로 패널티도 고려되어야 한다.



(그림 2) 파라미터간의 관계

1. 시스템 운용파장 영역

광통신 시스템의 획적인 호환을 쉽게 구현할 수 있게 하고 앞으로 파장 분할 다중화(wavelength division multiplexing)방식 등 새로운 기술을 사용할 수 있는 시스템을 운용하려면, 가능한 한 광범위하게 시스템 운용 파장을 허용하는 것이 바람직하다.

각각의 운용에 대한 파장 범위 선택은 섬유 유형, 광원 특성, 시스템 감쇠 범위와 광경로 분산 등 여

러 요소들에 의해 좌우되므로 이러한 파라미터들은 운용 파장범위의 결정에 영향을 준다.

시스템 운용을 허용하는 파장 영역은 섬유나 섬유 케이블의 차단 파장값에 의해 부분적으로 결정된다. ITU-T의 권고 G.652와 G.653 섬유에 대해서는 일부 국가에서는 1,260nm 이하 값과 함께 1,270nm 이상에서도 섬유 케이블의 단일모드 운용을 허용하도록 선택하고 있다. G.654 섬유 케이블에 대해서는 차단 파장값이 1,525nm(잠정적) 및 그 이상에서도 단일모드를 운용하도록 제안하고 있다.

허용 가능한 파장 영역은 섬유 감쇠에 의해 정의된다. 고유 산란 감쇠가 일반적으로 파장의 증가에 따라 감소하더라도 OH·이온 흡수는 거의 1,385nm 및 1,245nm 보다 작은 영역까지 그 자체를 명시할 수 있다. 따라서 이를 흡수 첨두와 차단 파장은 약 1,310nm에 중심을 둔 파장영역까지 정의한다.

권고 G.652를 따르는 분산-비이동섬유는 이 파장 영역에서 사용을 극대화할 수 있다. 긴 파장에서는 굴곡 감쇠가 1,600nm 가까이 또는 그 이상에서 발생하며 적외선 흡수는 1,600nm 이상에서 발생한다. 따라서 1,550nm 근처에서 두번째 운용파장 영역을 정의할 수 있다. 손실-최적 섬유에 대한 권고 G.654는 이 영역에서만 사용하도록 제한된다. 그러나 G.652와 G.653에 권고된 분산-이동 섬유들도 이 영역 내에서 사용될 수 있다.

허용 가능 운용 파장영역은 차단 파장과 감쇠 이외에도 송신기의 스펙트럼 특성과 섬유 분산 상호 작용에 의해 결정된다. 이 범위는 감쇠에 의해 결정되는 파장 영역 범위 안에 놓이기도 하고 밖에 놓이기도 한다. 이 두 범위의 중복이 시스템 운용에 대한 허용 가능한 파장 범위이다. 광섬유 증폭기가 활

용되는 SDH(synchronous digital hierarchy)통신망에서 는 추후 장거리 시스템의 운용 과장을 제한해야 할 필요가 있을 것이다.

2. 공칭 광원 유형

감쇠/분산 특성과 각 응용의 계층 레벨에 따라서 송신기 장치에 적합한 광원으로는 발광 다이오드(LED;light emitting diode), 다중 종형 모드(MLM;multi longitudinal mode) 레이저 및 단일 종형 모드(SLM:single longitudinal mode) 레이저 등이 있다.

각각의 응용에 대해서 본 고에서는 ITU-T의 권고에 따르는 공칭 광원 유형을 사용한다. 이 권고에서 공칭 광원 유형의 사용은 필수조건이 아니며, SLM장치가 사용되는 시스템에 공칭 광원 유형으로 LED나 MLM 레이저도 사용될 수 있으며, 또한 MLM 레이저 장치도 시스템 성능의 열화가 없는 범위 내에서 공칭 소스유형으로서 LED를 사용할 수 있음을 명시하고 있다.

아래의 <표 1>은 위에 설명된 시스템 운용 과장과 공칭 소스 유형 등을 고려한 광 인터페이스 분류로 ITU-T 권고에서 분류된 것이다.

3. 온도 효과

반도체 광원의 출력 전력과 중심 파장은 온도의 함수로 변화된다. 파장이 길수록 동작중인 소자의 열화는 더 커진다. LED에서 전력 변화는 온도에 따라서 거의 직선적으로 변화한다. 상용소자에서 온도계수는 $-0.2 \sim -0.5\%/\text{ }^{\circ}\text{C}$ (850nm LED), $-1\%/\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1,300nm LED) 정도이다.

<표 1> 광 인터페이스 분류

적 용	국 내	국 간				
		단거리		장거리		
소스공칭파장(nm)	1310	1310	1550	1310	1550	
섬유	G.652	G.652	G.652	G.652	G.652/	G.653
유형					G.654	
적 용 거리(km)	2이하	15까지		40까지	60까지	
STM레벨	STM-1	I-1	S-1.1	S-1.2	L-1.1	L-1.2
	STM-4	I-4	S-4.1	S-4.2	L-4.1	L-4.2
	STM-16	I-16	S-16.1	S-16.2	L-16.1	L-16.2
					L-16.3	

* 분류 표시 기호

-I(국내), S(단거리), L(장거리)

- 1 또는 공백(G.652 섬유에 대한 공칭 1,310nm파장 소스 표시)

2(단거리에서 G.652, 장거리에서 G.652, G.654의 섬유 중 공칭 파장
이 1,550nm)

3(G.653섬유에 대한 공칭 파장이 1,550nm)

온도 보상회로는 일반적으로 광궤환에 의해 행해지는데 이는 평균 출력 전력을 일정하게 유지시킨다. 하지만 바이어스나 신호전류 증가에 의한 보상은 구동전류가 증가해서 열을 보다 많이 발생시키게 되므로 수명을 급격히 저하시킨다. 이러한 이유에서 대부분의 레이저 송신기와 대부분의 장파장 송신기들은 열에 대한 효과를 안정시키는 소자와 함께 집적소자 냉각기를 포함하고 있다. 그러한 냉각과 활성 궤환을 갖는 송신 회로는 여러 억제, 회로 감도의 안정화를 가져오고, 섬유와 바이어스 검출기 결합의 구조적 안정성도 얻게 된다. 이것은 약 $0.2\%/\text{ }^{\circ}\text{C}$ 정도가 된다.

온도 제어 필요성에 대한 또 다른 이유는 효율 경사 변화에 있어서 바이어스 제어가 유지되어도 신호 전력에 영향을 준다는 것이다. 온도에 따른 파장 이동은 섬유 감쇠에 영향을 주게 되므로 파장에 민감한 결합기가 사용된다면 링크 성능에 큰 영향을 받는다.

4. 노후 효과

반도체 광원에는 많은 열화 요인이 있다. 이러한 열화 요인 중에는 예고없이 갑작스런 고장을 발생시키기도 하고, 시간에 따라서 점차적으로 성능이 열화되어서 고장이 발생하기도 한다. 시간에 따른 열화는 시스템 설계시에 고려되어야 한다. 시간에 따라서 LED와 레이저 전송특성은 온도에 따른 전송특성과 같은 효과를 나타낸다. 링크 전력 분담 계산시 수명에 따른 1dB 내지 3dB 전력마진이 이러한 효과를 고려해서 제공되어야 한다.

레이저에서 쓰레쉬홀드는 시간과 함께 증가하며 효율 경사는 온도에 의해 약간 감소된다. 또한 모드 성질은 변화해서 결합에 영향을 주게 된다. 완전 집적화된 송신기에서 쓰레쉬홀드와 평균 전력은 제어회로에 의해 안정하게 유지된다. 레이저 노후에 따른 또다른 문제는 아날로그 신호에서 비선형성의 증가이며 디지털 전송에서는 소광비의 증가이다.

5. 잡음 효과

광검출기에 포착되는 광전력은 신호 검출 과정의 통계적 특성 내에서 정의된 시간함수이다. 실제로 광전력 전송에서 스펙트럼 결합에 의한 각종 상호작용과 도파관 분산은 광검출기에서 검출된 광전력 레벨 변화를 가져온다. 이러한 광전력 레벨의 변화는 수신기 출력에 잡음을 발생시키고 광전력 패널티를 발생시킨다. 이것은 특히 고속 링크에서 중요해진다. 주된 패널티 요인으로는 모듈 잡음, 파장 처리, 레이저로 반사된 광에 의해 야기된 스펙

트럼 퍼짐, 모드 배분 잡음 등이 있다. 여기서 모듈 잡음은 단일 모드 링크에는 존재하지 않는다. 처럼은 송신단에서 소광비에 따라 결정되므로 평균 결합 전력을 정의하는데 반드시 고려되어야 한다.

가. 모듈 잡음 (Modal Noise)

모듈 잡음은 레이저로부터 빛이 다중모드섬 유와 결합할 때 일어난다. 이것은 일반적으로 100Mbps 이하에서 동작하는 링크에서는 문제가 되지 않는다. 그러나 400Mbps 이상의 속도에서는 매우 중요해진다.

나. 모드배분 잡음 (Mode-Partition Noise)

모드 배분 잡음은 레이저 다이오드의 종모드에서 밀도 동요에 관계된다. 즉 부수되는 모드들이 충분히 억압되지 않는다. 단일 모드 섬 유에서는 모드 배분 잡음의 영향이 제일 크다. 밀도 동요는 전체 광출력이 일정할 때에도 다중 모드 레이저의 여러 모드 간에 발생한다. 전력분포는 펄스 내에서 그리고 펄스사이에서도 심하게 변한다. 레이저 다이오드의 출력 패턴은 큰 방향성을 갖기 때문에 이러한 동요 모드로부터 발생된 빛은 고효율을 갖는 단일 모드 섬 유로 결합될 수 있다. 섬 유로 결합되는 종모드는 각각 다양한 감쇠와 시간지연을 갖는다. 왜냐하면 각각은 약간씩 다른 파장과 관련이 있기 때문이다. 주 모드간의 전력 동요는 아주 클 수 있으므로 신호 레벨에서 심한 변동은 수신기에서 큰 섬 유 분산을 발생하게 된다. 모드 배분 잡음에 따른 신호 대 잡음비는 신호 전력에 관계가 없다. 그래서 전체 시스템 에러율은 모드 배분 잡음에 의해 정해진 제

한 이상으로 향상될 수 없다. 이것은 색분산과 관련된 수신기 감도의 열화와 중요한 차이가 있는데 신호 전력을 증가시켜서 보상할 수 있다. 모드 배분 잡음은 비트속도가 매우 높아질수록 두드러지게 나타난다. 모드 배분 잡음에 따른 에러는 감소시킬 수 있고 때때로 쓰레쉬홀드 이상의 레이저 바이어스 점을 정해서 제거시킨다. 하지만 바이어스 전력 레벨 상승은 가용 신호 펄스 전력을 줄이게 되고 이를 인하여 신호대 온도 잡음비는 줄어들게 된다.

다. 처핑 (Chirping)

CW(Continuous Wave)동작에서 단일 종모드 발진 레이저가 입사 전류를 직접 변조할 때 동작 선폭이 퍼지는 것을 알 수 있다. 이 선폭은 종종 반송파 밀도에 변조되어 발생된 변화와 관련있는 처핑 (chirp)이다. 레이저 처핑은 레이저 방출 파장이 섬유의 0분산 파장으로부터 대체될 때 밀도변조 펄스에 대한 중요한 분산효과를 가져오게 된다. 이것은 시스템이 섬유 분산에서 1,300nm보다 매우 더 큰 1,550nm에서 동작할 때 그러하다. 처핑을 최소화하기 위한 한가지 방법은 레이저의 바이어스 레벨을 증가시켜서 변조전류가 급속히 쓰레쉬홀드 아래로 구동하지 못하게 하는 것이다. 하지만 이렇게 하면 on 상태에서의 전력과 off 상태에서의 전력의 비인 소광률을 낮게 한다. 감소된 신호대 배경 잡음비 때문에 수신기에서 소광비에 따른 전력 패널티를 가져온다. 이 패널티는 대표적으로 수 데시벨이다. 소광비가 높아서 바이어스 점이 점차적으로 쓰레쉬홀드보다 낮아지면 소광비 전력 패널티는 감소한다. 하지만 처핑으로 야기된 전력 패널티는 저바이어스 레벨과 함께 증가한다. 처핑효과를 최소화하기

위한 최선의 접근 방법은 광섬유의 0 분산 파장에 가까운 레이저 방출 파장을 선택하는 것이다.

라. 반사 잡음 (Reflection Noise)

빛이 광링크를 통해서 전파할 때 일부 광전력은 스플라이스, 결합기, 필터 및 공기와 유리의 경계 등에서 반사된다. 반사된 신호는 송신기와 수신기의 성능을 열화시킨다. 고속 시스템에서 반사전력은 레이저 출력을 불안정하게 만들고 광궤환을 야기시킨다. 이러한 불안정은 밀도잡음(출력 전력 변동), 지터(펄스 왜곡) 또는 레이저에서 위상잡음으로 나타난다. 또한 이것들은 파장, 선폭, 쓰레쉬홀드 전류를 변화시켜서 신호대 잡음비를 감소시키므로 반사 잡음은 수신기 감도에서 두가지 형태의 전력 패널티를 야기한다.

III. 평균 결합 전력 권고치

위에서 설명한 것과 같이 광시스템 송신단에서 평균 결합 전력은 시스템 설계시 고려해야 할 가장 중요한 파라미터이며, 온도 및 노후 그리고 여러 광현상에 의해 영향을 받는다. 그러므로 평균 결합 전력을 시스템 설계 및 보전에 대한 기준으로 정하면 평균 결합 전력과 관련된 모든 열화현상을 피할 수 있으므로 이 기준에 맞게 설계된 시스템은 안정적으로 운용될 수 있다. 평균 결합 전력에 대한 기준값을 현재 운용되고 있는 시스템과 앞으로 설치될 시스템 등을 고려하여 ITU-T 권고에서는 아래와 같이 평균 결합 전력값을 권고하고 있다.

위의 <표 2>에서는 광통신 시스템을 전송 속도 별로 분류하고 사용 용도에 따라서 국내(局內)용,

단거리용, 장거리용으로 분류하였다. <표 2>에서 볼 수 있는 바와 같이 전송 거리가 길수록 전송에 따른 감쇠를 고려해서 평균 결합 전력이 높아지고, 전송 속도가 높아질수록 감쇠가 증가하므로 평균 결합 전력을 더 요구하게 된다. 또한 잡음효과에 따른 광경로 패널티 증가는 속도가 높아질수록 중요해지고 특히 처핑에 의한 효과는 다른 것에 비하여 L-16.2에서 특히 중요해지므로 이를 고려하였다.

<표 2> 평균 결합 전력 권고치

전 송 속 도	분 류	광 원 종 류	평균 결합 전력(dBm)	
			최대	최소
STM-1	I-1	MLM/LED	-8	-15
	S-1.1	MLM	-8	-15
	S-1.2	MLM/LED	-8	-15
	L-1.1	MLM/SLM	0	-5
	L-1.2	SLM	0	-5
	L-1.3	MLM/SLM	0	-5
STM-4	I-4	MLM/LED	-8	-15
	S-4.1	MLM	-8	-15
	S-4.2	SLM	-8	-15
	L-4.1	MLM/SLM	+2	-3
	L-4.2	SLM	+2	-3
	L-4.3	SLM	+2	-3
STM--16	I-16	MLM	-3	-10
	S-16.1	SLM	0	-5
	S-16.2	SLM	0	-5
	L-16.1	SLM	0	-5
	L-16.2	SLM	+1	-4
	L-16.3	SLM	0	-5

IV. 평균 결합 전력 측정 방법

광전력 측정에서 측정되는 신호의 주파수가 매우 높아짐에 따른 추적성(traceability)이나 정밀성(correctness)에 대한 요구는 더욱 더 중요해진다. 이

러한 문제를 해결하는 방법은 광전력 측정 장비의 설계 및 제조시에 광전력 센서와 광원의 정밀도를 높이는 것이다.

광통신 시스템은 레이저, LED, 광섬유, 커넥터, 커플러, 스위치, 아이솔레이터, 광다이오드 등 많은 능동 및 수동소자를 포함하고 있으므로, 원하는 성능으로 개발해서 동작시키려면 각 소자나 모듈을 정확한 명시 사항에 만족할 수 있도록 설계하고 제조해야 한다. 이를 위하여는 전력 및 손실측정이 필요하다.

광섬유 시스템 설계시에 중계 간격 및 광섬유 손실 등급을 결정하기 위해서 송신부 특히 발광소자 특성의 출력 전력(평균 결합 전력), 파장, 스펙트럼을 정확히 분석하는 것은 매우 중요하다. 광전력 측정은 측정 중에서 가장 기본적인 측정으로, 측정 방법은 측정 대상 시스템의 발광소자로부터 직접 방출되는 광출력을 광전력 측정기로 입사시키고 이 입사된 빛은 측정기에 내장되어 있는 광/전기 변환기에서 전기적인 신호로 변환된다. 이 전기적인 신호로부터 측정값은 취해진다. 그러므로 광/전기 변환기에서 사용되는 수광소자의 특성은 매우 중요하므로 사용 목적에 맞는 수광 감도를 갖는 수광소자를 사용해야 한다. 광 출력 전력 측정기는 용도에 따라 여러가지로 분류된다.

- 범용 광전력계

일반적으로 약 -60dBm정도까지 측정할 수 있는 수광감도를 갖는다.

- 광스펙트럼 측정기

이 측정기는 광전력과 함께 광파장과 광스펙트럼을 나타내는 측정기로 측정대상으로부터 출력되는 광전력을 이 측정기에 내장되어 있는 파장 선택 필

터에 의해 해당 파장을 관련 슬릿(slit)에 반사시켜서 이 슬릿을 통과한 특정 파장에 대한 광전력을 측정하는 방법이다.

- 광 파장계

이 측정기는 파장을 알기 위하여 입사된 전력 중에서 전력이 제일 높은 파장을 표시한다.

(그림 3)에 나타낸 측정 시스템은 평균 결합 전력을 측정하기 위한 기본 구성도이다. (그림 3)에서는 실제 시스템에서 사용하는 신호를 가상하여 이에 따른 응답특성 및 속도에 따른 여러가지 효과를 동시에 고려하면서 출력 광전력에 어떠한 영향을 주는지를 동시에 측정할 수 있다.

1. 측정시스템 구성도

(그림 3)에서 신호 패턴 발생기는 ITU-T에서 권고하고 있는 의사 랜덤 데이터 시퀀스를 발생시킨다. 이 이진 데이터는 "1"과 "0"이 각각의 상태를 계속하는 긴 시퀀스를 형성하지 못하게 발생다항식 $1+x^6+x^7$ 으로 스크램블된 NRZ(Non Return to Zero)신호이다. 또한 필요에 따라서 duty cycle을 조정할 수 있는

RZ(Return to Zero)신호를 발생시킬 수 있어야 한다.

2. 측정 절차

가. 신호패턴 발생기의 출력을 측정 대상 광시스템의 입력단자에 연결시킨다.

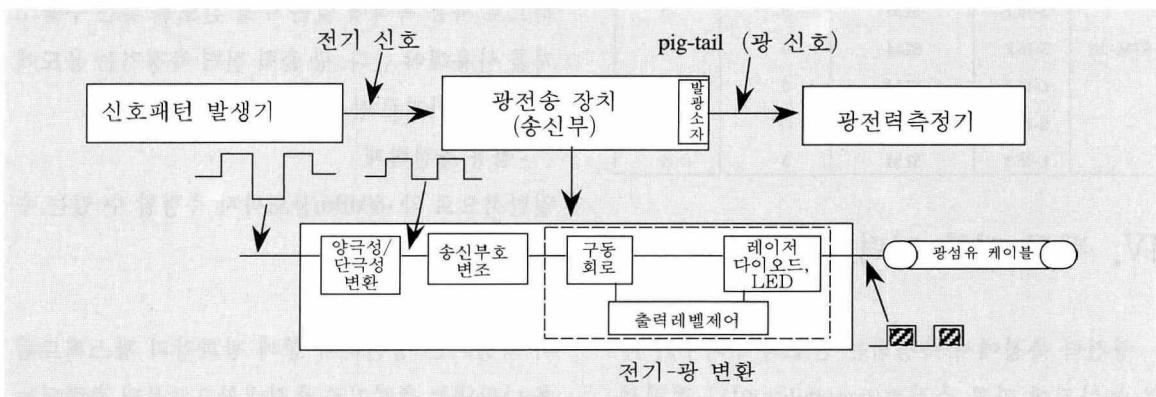
나. 측정 대상 장비의 광송신 출력을 광전력계의 입력단자에 연결시킨다.

다. 광전송장치의 운용범위에 맞게 신호패턴 발생기의 신호를 조정한다.

라. 광전송장치 규격에 맞게 입력부와 출력부가 연결되어 있는지 확인한 후 광전력 측정기의 값을 읽는다. 이 값이 광시스템 송신단의 평균 결합 전력이다. 이는 광측정기의 선택에 따라 파장과 스펙트럼도 동시에 읽을 수 있다.

3. 측정시 유의사항

일반적으로 정밀한 광전력 측정을 하기 위해서는 광전력 측정계의 광검출기 안정도, 측정범위, 측정 정밀도, 측정 시간 등이 사용 범위에 합당한지



(그림 3) 광전력 측정 시스템

확인되어야 한다.

가. 광 검출기 안정도

안정된 광원에 의해 동작되는 광검출기의 전력 응답은 운용조건에서 0.5dB 이상 변해서는 안된다.

나. 측정 범위

검출기가 정확히 측정할 수 있는 최소 광전력은 최소응답전력으로 정의되고, 검출기가 정확히 측정할 수 있는 최고 광전력은 최대 응답 전력으로 정의된다. 최대와 최소 응답 전력은 광전력계가 중계 기 사이 전체 광섬유 길이에서 정확한 손실을 측정 할 수 있어야 한다. 광전력계는 동작조건에 따라 응답 전력 요구사항에 맞추어야 한다.

다. 측정 정밀도

광전력계는 850nm, 1,310nm, 1,550nm에서 측정 정밀기준에 맞아야 한다. 절대 정밀도는 -10dBm 신호레벨에서 0.5dB이 하이어야 하며 비선형성은 전체 측정범위에서 0.7dB이 하여야 한다.

라. 측정 시간

광섬유로부터 광전력을 측정하고 샘플된 데이터를 처리한 후 이 처리결과를 표시하기 위하여 요구되는 시간은 가능한 한 짧아야 하고 일반적으로 2초를 초과하면 안된다.

V. 결 론

본 고에서는 적정한 수준의 성능을 갖는 광통신 시스템을 설치하고 운용하기 위해 필요한 파라미터인 평균 결합 전력에 대해 정의하고 평균 결합 전력값 결정시 영향을 주는 요인에 대하여 분석하였다. 또한 ITU-T에서 권고하고 있는 평균 결합 전력값의 타당성에 대하여도 분석하였다. 광통신 시스템의 정확한 성능 분석을 위해서는 정확한 데이터를 얻어야 하므로 이를 위한 측정 방법을 기술하였다. 본 고에서 기술된 이와 같은 결과들을 활용하면 보다 향상된 광통신 시스템을 개발하는데 도움이 될 뿐만 아니라, 광통신 시스템 운용자들은 적정한 수준의 품질로 안정된 통신망 성능을 유지하는데 도움이 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T 권고 G.957, 동기식 디지털 계위에 관련된 장비 및 시스템 광인터페이스, 1993.3.
- [2] "Generic criteria for optical power meters," Bellcore Technical Reference, TR-TSY-000886, 1990.3.
- [3] ITU Optical Fibers for Telecommunications(Handbook), 1984.
- [4] G. Keiser, *Optical Fiber Communications*. McGraw-Hill, 1991.
- [5] R. J. Hoss, *Fiber Optic Communications(Design Handbook)*. Prentice Hall, New Jersey, 1990.
- [6] B. E. Briley, *An Introduction to Fiber Optics System Design*. North Holland : Elsevier Science Publishers, New York, 1990.