

국제회의 기고서

ITU-R WP회의 국내 기고서

내 역

1. ITU-R SG4 WP4-9S회의 기고서
 - 1.1 지상업무와 고정 위성 업무와의 주파수 공유
를 고려한 최적 위성 지구국 위치 선정 절차

2. ITU-R SG11 WP11C 회의 기고서
 - 2.1 TV에서의 고스트 제거를 위해 기준 신호에
관하여

본란은 스위스 제네바에서 개최된 ITU-R SG4 WP4-9S회의('93. 9. 21~9. 28)와 ITU-R SG11 WP11C회의('93. 10. 13~10. 19)에 참석한 국가 참가단에서 발표한 지연기고서(Delayed Contribution) 내용을 소개하는 것입니다.

신규권고 초안 제안
지상업무와 고정위성 업무와의 주파수 공유를 고려한
최적 위성 지구국 위치 선정 절차

CCIR은,

다음사항을 고려하여

- a) 고정 위성 업무용 지구국과 지상국은 주파를 공유하고 있는 경우 상호 간섭을 받는다는 것.
- b) 지구국과 지상국간의 이격 거리는 주파수 공유 측면에서 매우 중요한 요인이 된다는 것.
- c) 지구국과 지상국의 기하학적 안테나 비임 포인팅 상호관계 및 상대적 위치는 지구국과 지상국간의 이격거리 계산에 중요한 요인이라는 점.
- d) 일반적으로 지상국들의 링크들은 연속적으로 연결되어 있고 잘보이는 지형에 위치하고 있다는 것.

다음 사항을 권고한다.

- 1. 다음 부기 1에 기술된, 지상업무와 위성통신 업무와의 주파수 공유를 용이하도록 하기 위한 최적 지구국 위치 선정 방법을 지침으로 따를 것.

부기 1

지상업무와 고정위성 업무와의 주파수 공유를
고려한 최적 위성 지구국 위치 선정 절차

1. 서론

1에서 40 GHz대의 많은 주파수 대역들은 부족한 주파수 자원을 보다 효율적으로 활용되도록 하기 위하여 고정위성 업무와 고정 업무에 함께 할당되어 있다. 지상국의 숫자가 증가함에 따라 지구국이 주파수를 공유하고 있는 경우 상호 간섭에 의해 지구국의 위치 선정에 미치는 간섭이 점차 심각해져가고 있다. 따라서 지구국의 위치를 위성 업무의 지상업무간의 간섭을 평가하고 난후 좋은 위치를 정확하게 선점함은 매우 중요한 의미를 갖는다.

통상적으로 좋은 지구국의 위치라 함은 가능한 한 도시의 근교에 위치해야 하고, 급수와 급전의 용이성, 도로에 의한 용이한 접근, 안테나의 전파 방향에 항공로가 위치하지 않도록 해야함, 등이 지켜져야 하고, 강우와 강설에 의한 영향 또한 고려해야 한다. 그러나 본 부기에서는 간접계산치가 허용 기준치 이하인 지구국 후보지를 선정함에 있어 기술적인 사항만 기술하고 기타 일반적인 사항은 논의로 한다.

2. 지구국 위치 선정 절차

작성자 : 황인관 실장(ETRI 위성망연구실)

2.1 부하 중심점으로 부터 최적 최대 설치 가능거리 결정

경제적인 관점에서 볼때, 지구국은 회선을 필요로 하는 부하중심점에 가능한 한 가까이 위치해야 하며, 이때의 부하중심점으로 부터의 최대 설치 가능 거리는 지구국의 크기에 따라 다음표의 예와 같이 결정한다.

(표 1) 지구국 분류 예

지구국 (유형)	부하중심점으로 부터 의 최대 설치 가능 거 리(km)
A (Main Station)	60
B (Primary Station)	30
C (Remote Station)	동일위치

위의 표에서 제시된 부하중심점으로 부터의 최대 설치가능 거리는 M/W 시스템으로 연결되고 중계기간의 최대거리가 30km임을 가정으로 하여 보인 예이다. C-형 지구국은 부하중심점과 동일한 위치에서 VF 케이블로 연결됨을 의미한다.

2.2 M/W 링크 정보수집

지구국 위치 선정에 있어 무엇보다도 먼저 해야 할 일은 예정 위치 부근의 운용중이거나 운용 계획된 M/W 링크에 대한 모든 정보를 수집하는 것이다.

M/W 시스템 연결루트, 지상국 위치, 안테나 방향, 고도, 거리 등에 대한 정보가 수집되어야 하며, 이들 정보를 컴퓨터에 입력시켜 다음을 계산한다.

- 부하 중심점으로 부터 지상국까지의 거리
- 부하 중심점으로 부터 지상국으로의 각도의 위치
- 송수신 방향으로의 방위각

이때 수집정보로서 지상국과 지구국간의 간접계산에 필요한 모든정보도 함께 수집 컴퓨터에 입력시킨다.

2.3 지상국에 의한 간섭 영역 결정

무선통신 규칙의 부록 28에는 간섭문제를 조정하기 위한 목적으로 조정거리 계산 방법과 조정 절차를 기술하고 있는데, 조정거리란 동일한 주파수대를 공유하고 있는 지상국과 지구국이 거리보다 멀리 이격되어 있는 경우 상호 간섭에 대한 영향을 전혀 받지 않음을 의미한다. 따라서 이 조정거리 계산 방식은 다소 최악의 상태를 가정하여 계산하는 방식이긴 해도 지상국으로 부터의 무간섭 영역을 선정하기 위한 좋은 기준으로 사용 가능하다. 부록 28에 제시된 주변 임의의 간섭 지상국들에 의해 한 지구국에 미치는 수신 조정거리 계산 방식을 다소 변형하면 지상국에 의해 설치에

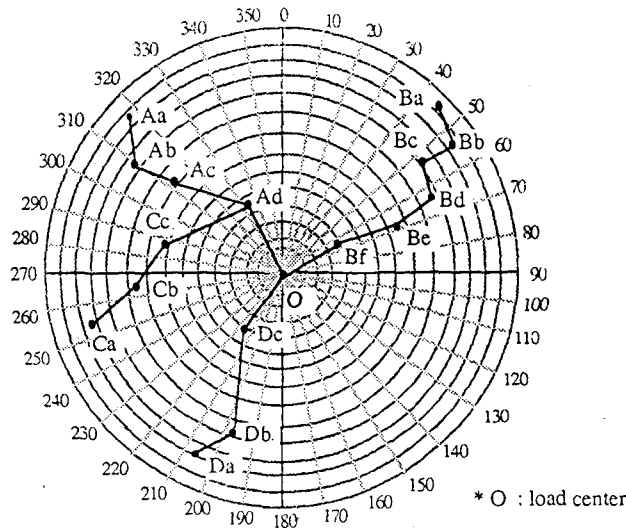
정인 한 지구국에 미치는 조정거리 계산 수식으로 사용 할 수 있게 된다.

한 지상국 주변에서는 위성에 대한 방위각, 양각이 거의 일정한 값을 유지하고 있기 때문에 수신 지구국 안테나 이득 계산시 이 값을 대입 계산하고, 임의의 수신 지구국의 최악을 가정한 제원이 아닌 설치 예정코자 하는 지구국의 제원을 사용하면 조정 영역 보다 훨씬 제안된 범위를 갖는 간섭영역을 구할 수가 있게 된다.

2.4 Polar-Map상에서 무간섭 영역 결정

2.2에서 계산한 자료로서 부하중심점을 중심으로한 Polar Map을 그림 1과 같이 작성하고 그 위에 2.3에서 계산한 간섭영역을 그린다. 무간섭 영역은 간섭 영역을 제외한 나머지 영역에 해당된다.

〈그림 1〉



2.5 지도를 통한 지형 연구

서론에서 제시한 일반적인 사항을 가능한 모두 만족하는 후보지를 선정하기 위하여 무간섭 영역 내의 지형을 지도를 통하여 세밀히 연구한다. 이때 유의할 것은 원하는 지점의 후면이 가로막혀 좋은 지형 장애물을 형성하고 있으면 간섭 영역이라도 선택을 고려할 수 있다는 점이다. 단 이경우엔 150km 반경내의 모든 지상국들로 부터의 이격각이 모두 2° 이상임이 전제되어야 한다.

2.6 선정된 후보지에서의 정확한 C/I비 계산

간섭영역은 신속 간단한 계산을 위하여 열악한 간섭조건을 가정하여 계산되기 때문에 지상국의 간섭영역내에 지구국을 설치하는 것이 반드시 지구국이나 지상국의 운용 불가능함을 의미하지는 않는다.

따라서 최소의 C/I비를 갖는 최적의 지구국 위치는 컴퓨터로써 정확한 계산을 한 후 설정하게

된다. 이때의 정확한 계산에는 주요 변수로서, 자유공간 손실, 장애물 회절 손실, hydrometer scatter, tropospheric forward scatter, 구표면 회절, 초굴절 및 관로화 등을 모두 고려해야 하며, 해당 CCIR 권고 및 보고서의 계산 방법에 따라 C/I비를 산출한다.

2.7 간섭측정

최적 후보지에 대하여 계산으로써 예측한 간섭치는 측정을 통하여 확인, 최종 결정한다.

2.8 간섭 차폐벽 설치

선택된 최적 위치에서 측정한 간섭치가 허용 기준을 초과하는 경우에는 간섭 차폐벽을 설치해야 하나 완전한 차폐 효과를 얻기는 곤란하고, 단일 차폐벽의 경우 25~40dB정도 간섭을 줄일 수 있으며, 보다 더 간섭 차폐 효과가 필요하면 다중 차폐벽을 설치한다.

Documents
ITU-R Study Groups
Period 1990-1994

Documents 4-9S/
September 1993
Original : English

The Republic of Korea

PROPOSED DRAFT NEW RECOMMENDATION ZZZ
SITE SELECTION PROCEDURE FOR EARTH STATIONS IN THE
FIXED SATELLITE SERVICES TO FACILITATE SHARING
WITH TERRESTRIAL SERVICES

(Question 57/4)

The CCIR,

CONSIDERING

- (a) that earth stations of the fixed-satellite service and terrestrial stations may be subject to mutual interference where they share a frequency band ;
- (b) that the required physical separation between the two kinds of station is an important factor in the effectiveness of sharing ;
- (c) that the relative location and antenna beam pointing geometry of earth and terrestrial station also effect the spacing between the two kinds of station ;
- (d) that terrestrial systems generally comprise a number of links in tandem or connected at nodes, and that their stations are generally located on prominent terrain,

RECOMMENDS

1. that the method shown in Annex 1 may be used as guidance for selection of sites for earth stations in the fixed satellite services to facilitate sharing with terrestrial services.

ANNEX 1

SITE SELECTION PROCEDURE FOR EARTH STATIONS IN THE FIXED SATELLITE SERVICE TO FACILITATE SHARING WITH TERRESTRIAL SERVICES

1. Introduction

Many frequency bands between 1 to 40 GHz are allocated for both fixed satellite services and terrestrial services on shared basis aiming at better utilization and conservation of the spectrum. Mutual interference where earth stations share frequency bands with terrestrial stations impose more severe constraint on selection of earth station sites as the number of terrestrial stations is increasing. It is therefore important to select judiciously sites of earth stations after assessing the interference between satellite service and terrestrial service.

The normal requirements of a good site such as nearness of town, availability of water and power supply, good approach road, and aviation routes in the direction of earth station antenna, should be always kept. Strong wind and heavy snow are also important factors to be considered. However the discussion in this Annex is restricted only to the technical approach to find the candidates of earth station sites of which estimated interference levels are below the permissible levels.

2. Procedure of site selection

2.1 *Maximum desirable distance from the load center*

From the economic considerations, an earth station should be located near to the place where circuits are required. The earth stations located near to the place called load center are categorized into several types according to the sizes of those earth stations as shown in the table 1 for example.

TABLE 1
Earth station classification example

Earth station (Type)	Maximum desirable distance from the load center (km)
A (Main Station)	60
B (Primary Station)	30
C (Remote Station)	co-located

The distances given in the table are based on the assumption that the links from the earth stations to the load centers will be provided by microwave systems with repeaters having 30 km as maximum spacing. C-type earth stations can be connected to the load center by VF cables for extending the circuits.

2.2 Data collection of existing microwave links

The first work to be taken up, prior to the selection of sites, is to collect complete information about the existing and planned microwave links around the proposed earth station site. The line diagrams of the microwave routes which indicate locations, heights, antenna directions and hop distances give most of information required.

The data from the line diagram is fed to the computer and a print out is obtained. The print out will give the following information.

- The distance of the terrestrial stations from the load center
- The angular locations of terrestrial stations with respect to the load center
- Azimuth angle of both directions.

The data fed to the computer should include the transmission parameters related with the determination of interference between the terrestrial stations and earth stations.

2.3 Determination of interfered areas around terrestrial stations

The Appendix 28 of Radio Regulations, with the aim of controlling interference, has laid down the coordination procedures and introduced the concept of coordination distance. If the distance between the earth station and terrestrial microwave station sharing the same frequency band is more than coordination distance, then it neither causes nor experiences harmful interference. The standard coordination distance calculation gives somewhat overestimated value of the coordination distance but it is a good criteria for selecting the interference free zone from one terrestrial station. Therefore, the standard coordination distance calculation of Appendix 28 considered for the earth station receiving signal from interfering terrestrial stations can be modified for the purpose of determining interference from the terrestrial station to the earth station.

Since the interfered earth stations around the interfering terrestrial station has some what equal values of azimuth angles and elevation angles, these values can be considered in the calculation of receiving antenna gain of earth station.

2.4 Determination of interference free zone from polar map

A polar map of microwave network with the load center at the center point as shown in Figure 1. is prepared using the data obtained in 2.2. The interfered areas around the terrestrial stations are plotted on this polar map and the outside of this interfered areas can be a interference free zone.

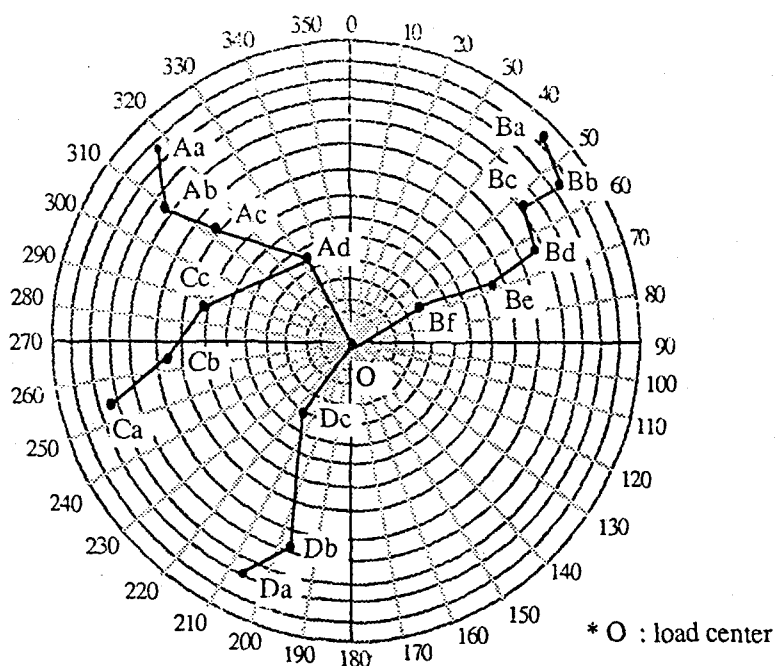


FIGURE 1. Polar Map

2.5 Map study

A careful study of real map to find out the candidates of site which satisfy the normal requirements of a good site is required. In this map study we do not need to forget that there is no harm in moving out the interference free zone provided that the contours indicate the presence of a bowl shaped formation of hills. It must however ensure that minimum angle of 2 degrees available from all microwave station situated within a radius of about 150 km.

2.6 Exact calculation of carrier to interference power ratios

The determination of interfered area around the terrestrial station is based on the most unfavourable case assumptions as regards interference and the presence or installation of earth station within the interfered area of an terrestrial station would not necessarily preclude the successful operation of either the earth station or terrestrial station.

The best site, in the sense of minimum carrier to interference power ratio, could be selected with the exact calculation using computer. The dominant factors such as free space loss, knife-edge diffraction loss, hydrometer scatter, tropospheric forward scatter, diffraction over a spherical earth, and super-refraction and ducting, governing the interference from terrestrial stations, should be considered to obtain the exact estimation values using the determination method suggested in the relevant Recommendations and Reports.

2.7 Interference measurement

Comparison of the estimated and measured interference levels is required to make sure of the selection procedure and to make a final decision.

2.8 Site shielding from interference

When the interference measured at the selected site exceeds permissible level, then physical shielding is required. However physical obstructions do not provide complete shielding from interference. Single ridge obstruction encountered in practice give transmission losses of the order of 25 to 40 dB. For higher loss, if needed, multi-ridge obstruction should be provided.

문서
CCIR 연구위원회
기간 : 1990-1994
수신일자 :
주제 : 과제 55/11
핵심 단어 : GCR(ghost canceling reference)

Doc. Kor. 003
1993. 9. 18
원문 : 영어, 한국어

대한민국

한국이 기제출한 [문서 11/128]을 수정
새로운 권고안 [문서 11/104]의 내용을 수정하는 제안
TV에서의 고스트 제거를 위해 기준신호에 관하여

1. 서론

통상 고스트로 불리어지는, NTSC, PAL, 또는 SECAM 텔레비전 화상에서의 다중상은 공중으로 직접 전송되거나 케이블 TV로 전송되는 과정에서 발생되며 널리 알려진 문제점이다.

고스트 제거 시스템의 구현을 위해서는 고스트제거기준(GCR) 신호로 불리는 트레이닝(training)신호를 포함한 화상전송신호를 요구하는데 그것은 전송경로상에서 발생하는 화상신호의 다중상 왜곡을 알아내기 위하여 수신측에서 조사될 수 있다.

저장된 기준 GCR 신호와 수신된 왜곡 GCR 신호를 비교함으로써 수신자는 공중 전송채널에서의 왜곡을 없앨 수 있도록 적절한 채널보상필터를 구현할 수 있다.

간단한 수신기 하드웨어를 사용하여 예측되는 전영역의 다중상 왜곡을 쉽고 빠르게 분석할 수 있도록 해주는 GCR 신호를 제안하고자 한다. 제안하는 GCR 신호를 이용하면 왜곡을 제거하기 위한 보상필터를 빠르고 정확하게 구할 수 있다.

여러개의 다른 GCR 신호와 수신 처리 알고리즘을 사용하는 고스트제거 시스템이 개발되었다. 이후 여러번의 랩 및 필드 테스트를 거쳤으며, 이 결과 다른 두개의 GCR 신호도 우수한 성능을 나타냈으나 3차 시퀀스가 보다 우수한 성능을 보였다. 앞으로 방송시험을 거쳐 더 나은 신호를 위한 연구가 계속될 것이다.

2. GCR 신호의 기술적인 기술

2.1 다중채널의 특성화 [1]

송신측에서 알고있는 GCR 신호가 특성이 알려져 있지 않은 전송채널을 통하여 보내어진다. 그러면 수신측에서 채널을 알아내기 위해 수신된 입력신호가 사용된다.

작성자 : ITU-R 국내연구단 방송연구위원회 GCR Task Group 의장 문종환(KBS 기술연구소, 실장)외

$A(f)$ 를 GCR 신호의 주파수 스펙트럼이라 하고 $H_t(f)$ 를 전송주파수 응답이라 하자. $H_c(f)$ 를 다중경로 주파수 채널이라 하고 $H_u(f)$ 를 수신주파수 응답이라 하고 $B(f)$ 를 수신측에서의 판별기의 주파수 응답이라 하고 $T(f)$ 를 총 주파수 응답이라 하자. 그러면 총 주파수 응답 $T(f)$ 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} T(f) &= A(f)H_t(f)H_c(f)H_u(f)B(f) \\ &= A(f)B(f)H(f) \end{aligned}$$

여기서 전체 주파수 응답 $H(f)$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$H(f) = H_t(f)H_c(f)H_u(f).$$

$A(f)B(f)$ 가 전체 전송영역에서 상수 K 와 같다면 $T(f) = KH(f)$ 가 성립하고 채널을 알아낼 수가 있다. 이 채널 정보를 가지고 고스트 제거 필터를 계산할 수 있다.

만일 채널에 스펙트럼이 $N(f)$ 인 잡음이 부가되면 총 전달 함수는 다음과 같다.

$$T(f) = KH(f) + N(f)$$

처리 이득 K 와 전송 대역구간에서 적분한 잡음 스펙트럼 $N(f)$ 와의 비가 신호 대 잡음 비이다. 처리 이득 K 가 커질수록 잡음으로부터 대하여 채널 정보를 보다 더 효과적으로 보호할 수 있다.

2.2 GCR 신호의 바람직한 성질 [2]

- (1) GCR 신호는 고스트 제거와 채널 등화를 위하여 TV 신호 주파수 대역 내에서 될 수 있는 한 평탄한 진폭과 균지연 특성을 가져야 한다.
- (2) GCR 신호는 SNR이 낮은 상황에서도 고스트 채널 특성을 알아내고 수정을 빨리 할 수 있게 충분한 에너지를 가져야 한다.
- (3) GCR 신호는 넓은 범위의 고스트를 검출할 수 있게 하여야 하고 전 고스트와 후 고스트를 명확히 구별할 수 있어야 한다.
- (4) GCR 신호는 다양한 성능과 가격의 고스트 제거기를 만들 수 있게 하여야 한다.
- (5) GCR 신호는 수직 공백 기간중 최소 라인을 점유해야 하고 인접한 수직 공백 기간 라인에 제약을 주지 말아야 한다.
- (6) GCR 신호는 타이밍 지터에 대하여 민감하지 말아야 한다.

2.3 GCR 신호 시퀀스

GCR 신호로 사용될 수 있는 여러 형태의 신호들은 채널의 특성화를 위하여 TV 신호 대역인 4.2 Hz까지 평탄한 주파수 특성을 가져야 한다. 이와 함께 GCR 신호로는 적분된 $\sin x/x$ 신호와 수정된 chirp 신호 등을 들 수 있다.

한국에서는 3개의 다른 GCR 신호가 국가 규격으로 고려되기 위해 제안되었다.

2.3.1 3치 시퀀스 [3]

시퀀스 0, +1, -1로 구성되고, 지연(lag)이 없는 경우를 제외하고 주기적 자기 상관 함수의 부엽(sidelobe)이 0일때, 이 시퀀스를 3치 시퀀스라 부른다. 방송용 전송에 대한 GCR 신호 기고에

있어서, 3치 시퀀스 GCR 신호는 길이가 183인 3치 시퀀스에서 부터 유도되었고, 이것은 참고문헌에 나타난 조합규칙으로 생성되었다. 실제로 3치 시퀀스 GCR은 심벌간의 간섭을 줄이기 위하여 샘플사이에 0을 삽입하여 그 길이가 366으로 늘어났다. 그러나 이 길이는 다음 라인의 제약에 따라서 줄이거나 늘릴 수도 있다.

2.3.2 허프만 시퀀스 [4]

Z 평면 상에서 K번째 근의 값이 $X \exp(j2\pi k/N)$ 이거나 $1/X \exp(j2\pi k/N)$ 인 다항식 $C(z) = c_0 + c_1 z^{-1} + \dots + c_N z^{-N}$ 의 계수 시퀀스는 이상적인 선형 자기상관 특성을 갖는다. 만일 공액 복소수로서 위의 근을 선택한다면 실수 시퀀스를 얻을 수 있다. 기본적으로 $N=302$, $X=0.8724$ 의 값을 준다면 GCR로 사용할 수 있는 높은 에너지 신호가 얻어진다.

2.3.3 상보 시퀀스 [5]

상보 시퀀스란 편이 되지않은 항을 제외한 항의 자기상관 함수값의 합이 영인 같은 길이의 2쌍의 2치 시퀀스를 말한다. 방송을 위한 GCR 신호를 연구하기 위해 길이가 128인 상보적인 시퀀스 쌍을 선택했으며 이를 상보 시퀀스라 부른다. 심벌간 간섭을 줄이기 위해 영(Zero)이 샘플값의 사이 사이에 삽입되어 전체 GCR의 길이는 256개가 되었다.

2.4 GCR 신호의 평가와 선정

먼저 GCR 신호의 유용성을 판단하기 위해 컴퓨터 모의 실험을 통해서 다중 채널의 특성을 구했다. 그 결과 3개의 GCR 신호 모두 채널을 정확히 특성화 했기 때문에 각 GCR 신호간 성능 차이를 알아내기 힘들었다. 그러나 표준규격으로 제정할 GCR 신호는 한개이어야 하는 만큼 실험실에서 랩 테스트를 하였고 서울과 경기도 일원에서 필드 테스트를 실시 하였다. 테스트 결과 3치 시퀀스 GCR 신호가 다른 두개의 GCR 신호보다 다소 우수한 성능을 보였다.

2.5 3치 시퀀스 GCR 신호의 논의

- 3치 시퀀스 GCR 신호는 다음과 같은 장점을 가지고 있다.
- 첫째 높은 에너지와 높은 자기 상관 이득을 가지고 있다.
- 둘째 수직 공백기간 라인중 단 1라인만을 사용한다.
- 셋째 넓은 고스트 제거 범위를 가졌다($-4 \sim 42\mu s$).
- 넷째 노이즈가 있는 상태에서도 빠르고 안정된 동작을 한다.

2.6 3치 시퀀스 GCR 신호의 특징

부록 I의 그림 1에서 보듯이, 3치 시퀀스 GCR 신호는 색버스트와 동기신호의 영향을 제거하고 SNR을 증가시키기 위하여 반대 극성을 갖는 두개의 파형으로 구성되었다. 매 우수 필드는 정극성의 GCR 신호이고, 매 기수 필드는 부극성의 GCR 신호이다. 정과 부극성의 3치 시퀀스 GCR 신호를 TV 방송용 주파수 대역인 4.2 MHz로 전송하기 위하여, 이 시퀀스를 부록 I의 그림 2와 같

은 저역통과 필터로 필터링 한 후, 방송 전송 신호 조건을 만족시키기 위하여 페디스틀이 30 IRE 인 수박 공백기간 신호에 삽입한다. 과변조를 방지하기 위하여 3차 시퀀스 GCR 신호를 $-10 \sim 70$ IRE의 파형으로 만든다. 전송측에서는 3차 시퀀스 GCR 신호파형을 부록 I의 표 II와 같이 4 필드 시퀀스로 수직 공백기간 삽입하여 전송한다. 부록 I의 표 II는 3차 시퀀스 GCR 신호의 4 필드 시퀀스 전송방법을 보여 준다. 부록 I의 표 III은 GCR 데이터만을 취하여 상호관계함수를 구하는 방법을 설명하고 있다.

2.7 고스트 제거 알고리즘

3차 시퀀스 GCR 신호는 고스트 제거 알고리즘 개발자에게 많은 융통성을 제공한다. 그러나 고려할 사항은 고스트를 제거하는데 있어서 단지 순방향 채널 특성을 정확히 계산하는 것만이 중요한 것이 아니라, 고스트로 열화된 영상을 등화하고 고스트를 제거시키는 역방향 필터 계수를 빠르고 정확하게 찾는 것이 더욱 중요하다. 이러한 특성 때문에 여러가지 다양하게 잘 알려진 적응 알고리즘을 사용한다. 예를 들면 LMS(least mean square), LS(least squares), 직교화(orthogonalizing) 또는 주파수 영역 접근법과 제로 포싱(zero forcing) 등을 사용할 수 있다. 계산의 복잡도, 수렴 속도와 수렴에러(misadjustment)등을 고려하여 어느 알고리즘을 사용할 것인가는 전적으로 제작자가 결정해야 할 문제이다.

3. 결론

지상방송에서 텔레비전 영상의 고스트는 매우 잘 알려진 현상이다. 고스트 제거 기능과 등화기능을 각각 사용하여 고스트를 제거하고 영상을 복원시키는 것은 수신 영상의 화질을 상당히 향상시킨다. 고스트 제거 장치의 성능은 대부분 GCR 신호, 하드웨어 구조와 사용되는 알고리즘에 좌우되므로 고스트 제거기는 여러가지 다른 방법으로 구성될 수 있다. 그러나 기준 신호로 선택된 GCR 신호는 가능한 한 외란에 의한 영향이 적어야 하는 것이 중요하며, 고스트 채널을 확실하게 특성화 시켜야 한다. 0, +1, -1로 구성된 3차 시퀀스는 효과적인 디지털 회로를 구성하는데 적합하고 전송채널 특성에 대응한 역필터 계수 벡터를 구할때 주파수 영역 또는 시간 영역의 고스트 제거 알고리즘을 사용할 수 있다. 이 GCR 신호를 시험하고 평가하는 과정은 다른 GCR 신호와 함께 계속될 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] J.D. Wang, T.-H.S. Chao, and B.R. Saltzberg, "Training signal and receiver design for multi-path channel characterization for TV broadcasting," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. CE-25, no. 4, pp. 794-806, Nov. 1990
- [2] A.G. Uyttendale, "Ghost cancelling : Progress report of ATSC activities," ATSC/T3S5 Document #1137, Aug. 1991.

- [3] V.P. Ipatov, "Ternary sequences with ideal periodic autocorrelation properties," Radio Engr. Electron. Physics, vol. 24, no. 10, pp. 75-79, 1979.
- [4] M.H. Ackroyd, "Synthesis of efficient Huffman sequences," IEEE Trans. Aerospace Electron. Systems, vol. 8, no. 1, pp. 2-8, Jan. 1972.
- [5] C.C. Tseng and C.L. Liu, "Complementary sets of sequences," IEEE Trans. Info. Theory, vol. IT-8, pp. 644-652, Sept. 1972.

부 록 I

1. Section 1.2, Annex I에 다음 문장을 첨가해야 한다.

1.2.1 NTSC in USA

1.2.2 NTSC in Korea

기준 GCR 신호는 길이가 366인 3치 시퀀스이고 두개의 서로 다른 극성을 갖는 GCR 신호파형으로 구성 되었다. 이것은 4.2MHz의 차단 주파수를 갖는 저역통과 필터로 길이가 366인 3치 시퀀스를 필터링하여 만들었고, 30 IRE 페디스틀에 위치시켰다. 색버스트와 동기신호 그리고 GCR 신호 앞뒤 수직공백기간 라인의 신호 영향을 제거하기 위하여 GCR 신호를 두쌍씩 동일하게 구성된 파형으로 4필드 시퀀스로 전송한다.

NTSC에 관계된 GCR 신호에 대한 요구 조건을 표 I, II, III과 그림 1과 2에 나타내었다.

TABLE I

Ternary sequence of length 366

1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	-1
0	-1	0	1	0	0	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	1	0
-1	0	1	0	1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	-1	0	1	0	-1	0	-1	0
1	0	-1	0	-1	0	0	0	1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1
0	1	0	1	0	-1	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
-1	0	1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	-1	0	-1	0	1
0	1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	-1	0	-1	0	1	0
-1	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	1	0	-1	0	1	0	-1
0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	-1	0
-1	0	1	0	-1	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	-1	0
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	-1	0	1	0
0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	-1	0	1	0	-1	0
1	0	0	0	-1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	-1	0	1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	1	0	-1	0
1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	-1	0	1
0	-1	0	-1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	1	0	-1	0	-1
0	1	0	-1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	-1	0	-1	0	1	0	1

TABLE II

Transmission sequence of KS GCR signal

Signal Waveform	S_1	S_2	S_3	S_4
Field Number	1	2	3	4
Color Burst Phase	+	-	+	-
GCR Signal Polarity	-	+	-	+

TABLE III

Procedure for channel characterization at the receiver

Step	Processing Algorithm
1	$SDATA = (-S_1 + S_2 - S_3 + S_4)/2$
2	$SDATA * TS$
3	Channel characterization result

S_1 to S_4 : Received signal waveforms; TS : Ternary sequence; ρ : Correlation

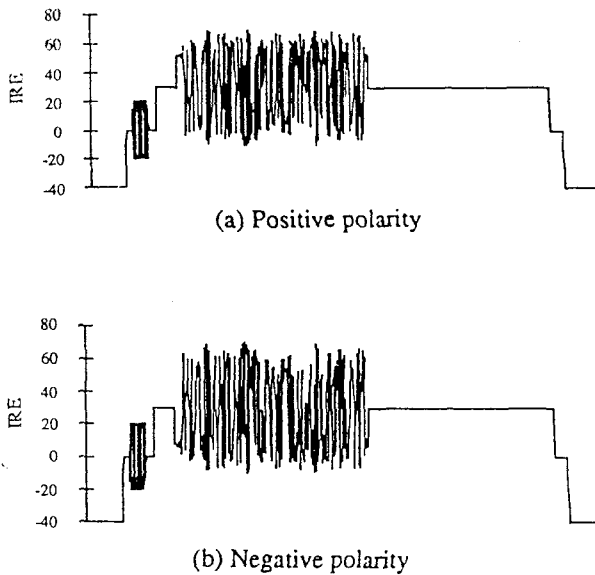


FIGURE 1
KS GCR signal waveform

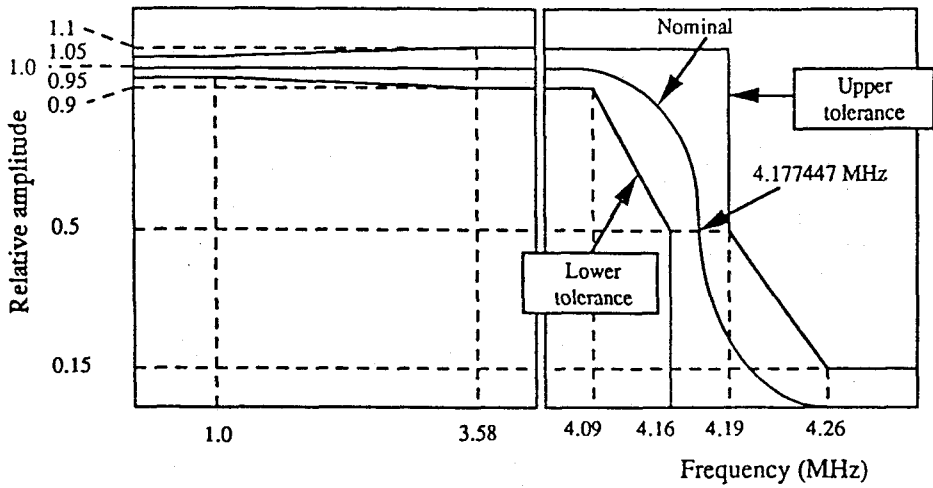


FIGURE 2
Frequency characteristic of lowpass filter

Documents
CCIR Study Groups
Period 1990-1994

Doc. Kor. 003
18 September 1993
Original: English
Korean

Received:
Subject: Question 55/11
Keywords: GCR (ghost canceling reference), sequence

Korea (Republic of)
PROPOSAL FOR REVISION OF [DOC. 11/128]
PROPOSED AMENDMENTS TO DRAFT NEW RECOMMENDATION [DOC. 11/104]
REFERENCE SIGNALS FOR GHOST CANCELING IN TELEVISION
[QUESTION 55/11]

1. Introduction

The multipath reception of NTSC, PAL, or SECAM television images, commonly referred to as ghosting, is a widespread problem both for signals received directly over the air and for signals received from cable TV systems.

The successful implementation of a ghost canceling system requires that the transmitted video signal contains a training signal called a ghost canceling reference (GCR) signal, which can be examined by the receiver to evaluate the multipath distortion suffered by the video signal in the transmission path. By comparing the received distorted GCR signal with a stored reference GCR signal, the receiver can configure an appropriate channel compensating filter to cancel the distortion introduced in the transmission path.

The challenge is to design a GCR signal that will permit easy and fast analysis by simple receiver hardware of the entire range of anticipated multipath distortion so that the compensating filter required to cancel the distortions can be configured rapidly and accurately. Ghost canceling systems employing several different GCR signals and receiver processing algorithms were developed, and after extensive lab and field tests, the ternary sequence has been found to be slightly better than other signals. Further evaluations and tests will be done.

2. Technical description of GCR signal

2.1 Characterization of multipath channel [1]

At the transmitter, a known GCR signal is sent through an unknown transmission channel, and at the receiver, the observed received signal is used to characterize the channel. Let $A(f)$ denote the GCR signal frequency spectrum, $H_t(f)$ the transmitter frequency response, $H_c(f)$ the multipath frequency response, $H_r(f)$ the receiver frequency response, $B(f)$ the channel characterizer's frequency response at the receiver, and $T(f)$ the total frequency response. Then

$$\begin{aligned} T(f) &= A(f)H_t(f)H_c(f)H_r(f)B(f) \\ &= A(f)B(f)H(f) \end{aligned}$$

where the overall frequency response $H(f)$ is defined as

$$H(f) = H_e(f)H_c(f)H_u(f).$$

If $A(f)B(f)$ equals a constant k over the entire transmission band, $T(f) = kH(f)$ holds, making it possible to obtain the channel information. Starting with this channel information, deghosting filter coefficients can be computed. If the channel is contaminated with noise whose spectrum is $N(f)$, then the overall transfer function is given by

$$T(f) = kH(f) + N(f).$$

The ratio of processing gain k to noise spectrum $N(f)$, integrated over the transmission bandwidth, becomes the signal-to-noise ratio (SNR). The larger the processing gain, the better the protection of channel information against the noise.

2.2 Desirable features of GCR signal [2]

- 1) A GCR signal must have a flat magnitude and group delay response over the frequency range of interest for equalization and deghosting.
- 2) The reference signal should have a high energy content to determine the ghosting channel response under poor SNR conditions and also to speed up the correction process.
- 3) The GCR signal should provide a wide correction range and must distinguish between the precursor and postcursor ghosts without any ambiguity.
- 4) The GCR signal should provide the freedom to design ghost cancelers of varying degrees of complexity, performance, and cost.
- 5) The GCR signal should occupy the least amount of line space in the vertical blanking interval (VBI) and should impose minimum constraints on adjacent VBI lines.
- 6) The GCR signal should be robust to the timing jitter noise.

2.3 GCR signal sequences

For channel characterization purposes, several types of signals are suitable for use as the GCR signal, all sharing the common property of having their energy/power spread uniformly over the bandwidth of interest, i.e., 4.2 MHz corresponding to the video bandwidth. Such GCR signal candidates are the integrated $\sin x / x$ signal, modified chirp signal, etc. In Korea, three different GCR signals were proposed to be considered as a national standard.

2.3.1 Ternary sequence [3]

A sequence consisting of elements 0, +1, and -1 is said to be ternary sequence (TS) if all sidelobe of the periodic autocorrelation function in the sequence is equal to zero except for a lag of zero shift. The TS GCR signal derives from a ternary sequence of length 183, which is constructed using the synthesis procedure in the reference. Actually, the TS GCR is of length 366, since one zero is inserted per sample to reduce the amount of intersymbol interference. But the code length can be reduced to alleviate the constraint on the following line.

2.3.2 Huffman sequence [4]

The coefficient sequence, (c_0, c_1, \dots, c_N) of the polynomial $C(z) = c_0 + c_1z^{-1} + \dots$

$+ c_k z^{-N}$ which has the k th root expressed as $X \exp(j2\pi k/N)$ or $1/X \exp(j2\pi k/N)$ in the z -plane, has the property of nearly ideal linear autocorrelation. If we choose the roots as complex conjugate pair, we can obtain a real sequence. Here, if we choose $N = 302$ and $X = 0.8724$, respectively, we can obtain a high energy signal which can be used as a GCR signal.

2.3.3 Complementary sequence [5]

A set of equi-length binary (± 1) sequences is said complementary if the sum of the autocorrelation functions of the sequences in that set is zero except for a zero-shift term. In this presentation of GCR signals for transmission compatible broadcasting, we will be exclusively concerned with a complementary sequence pair, which is called CS GCR, of length 128. In order to reduce the intersymbol interference, one zero is inserted between adjacent samples and therefore the length of CS GCR is 256. This signal has many attractive features.

2.4 Evaluation and selection of GCR signal

First, computer simulations have been carried out to verify the effectiveness of the GCR signals in characterizing the multipath channel. It turned out that all of the three GCR signals are capable of analyzing the channel accurately, making it difficult to find out the differences in performance. For obvious practical reasons, to choose one among those three candidate GCR signals, extensive laboratory and field tests have been conducted in Seoul as well as in various places in Kyonggi Province. Although the other signals show high performance, the ternary sequence GCR signal performs slightly better.

2.5 Discussion of TS GCR signal

The TS GCR signal is amenable to hardware implementation, and is quite insensitive to the timing jitter noise. Also, it retains the attractive features such as high energy and correlation gain, minimum use of VBI (only one line), wide correction range, fast and stable operation even in the presence of noise. Estimates of the channel coefficients can be obtained by using the correlation method with some modifications or other adaptive filter algorithms.

2.6 Specifications of TS GCR signal

The values of the modified 366 length ternary sequence are presented in Table I of Annex I. The TS GCR signal is broadcast on a VBI line of a basic four-field sequence. As shown in Figure 1 of Annex I, the TS GCR signal consists of two waveforms of opposite polarity to eliminate the adverse effects of color bursts and synchronizing signals and to attain an increase in SNR: one is a positive (normal) polarity GCR signal in every even field and the other is a negative (inverse or reverse) polarity GCR signal in every odd field. The positive and negative polarity TS GCR signals are passed through a lowpass filter shown in Figure 2 of Annex I to yield a passband of 4.2 MHz for transmission, and are placed on a pedestal of 30 IRE units to satisfy the nonnegativity constraint on the transmitted signal. To prevent overmodulation, the TS GCR signal has its waveforms from -10 to 70 IRE units. On the transmission side, the TS GCR signal waveforms are inserted into the VBI as a four-field sequence specified in Table II of Annex I. Table III of Annex I describes how to extract the TS GCR signals from the four-field sequence method so as to compute the deghosting filter coefficients. Since a negative TS GCR signal rather

than the pedestal itself is transmitted, an additional improvement in SNR of 3 dB at the receiver can be achieved.

2.7 Deghosting algorithm

The TS GCR signal offers much flexibility to those who are going to develop deghosting algorithms. It should be noted, however, that what is important in deghosting is not to compute the forward channel characteristic alone accurately but to find out an inverse filter coefficient vector which can equalize and deghost the ghost-impaired images rapidly and accurately. In this vein, the various well-known adaptive algorithms can be used, for example the least mean square, least squares, orthogonalizing or frequency domain approach, and zero forcing. Which algorithm to employ in a receiver in terms of computational complexity, convergence speed, misadjustment, etc. is entirely up to the manufacturer.

3. Conclusion

Ghosting of television images during transmission is a widespread phenomenon in the terrestrial broadcasting. Cancellation of ghosts and restoration of images using deghosting and equalization, respectively, results in significant improvements in the perceived quality of the received images. The performance of ghost canceling systems is greatly dependent upon the GCR signal, hardware architecture, and algorithms used, so the ghost cancelers can be implemented in a variety of ways. It is important, however, that a standard GCR signal should behave as robustly as possible and provide unambiguous channel characterization of the ghosted channel.

The ternary sequence GCR signal with elements of 0, +1, and -1 lends itself to efficient digital integration. Either the frequency domain or time domain deghosting algorithms can be utilized to derive the inverse filter tap weight vectors corresponding to the transmission channel characteristics. More research and test related to GCR signals will be continued.

References

- [1] J.-D. Wang, T.-H.S. Chao, and B.R. Saltzberg, "Training signal and receiver design for multi-path channel characterization for TV broadcasting," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. CE-25, no. 4, pp. 794-806, Nov. 1990.
- [2] A.G. Uyttendale, "Ghost cancelling: Progress report of ATSC activities," ATSC/T3S5 Document #1137, Aug. 1991.
- [3] V.P. Ipatov, "Ternary sequences with ideal periodic autocorrelation properties," *Radio Engr. Electron. Physics*, vol. 24, no. 10, pp. 75-79, 1979.
- [4] M. H. Ackroyd, "Synthesis of efficient Huffman sequences," *IEEE Trans. Aerospace Electron. Systems*, vol. 8, no. 1, pp. 2-8, Jan. 1972.
- [5] C. C. Tseng and C. L. Liu, "Complementary sets of sequences," *IEEE Trans. Info. Theory*, vol. IT-8, pp. 644-652, Sept. 1972.

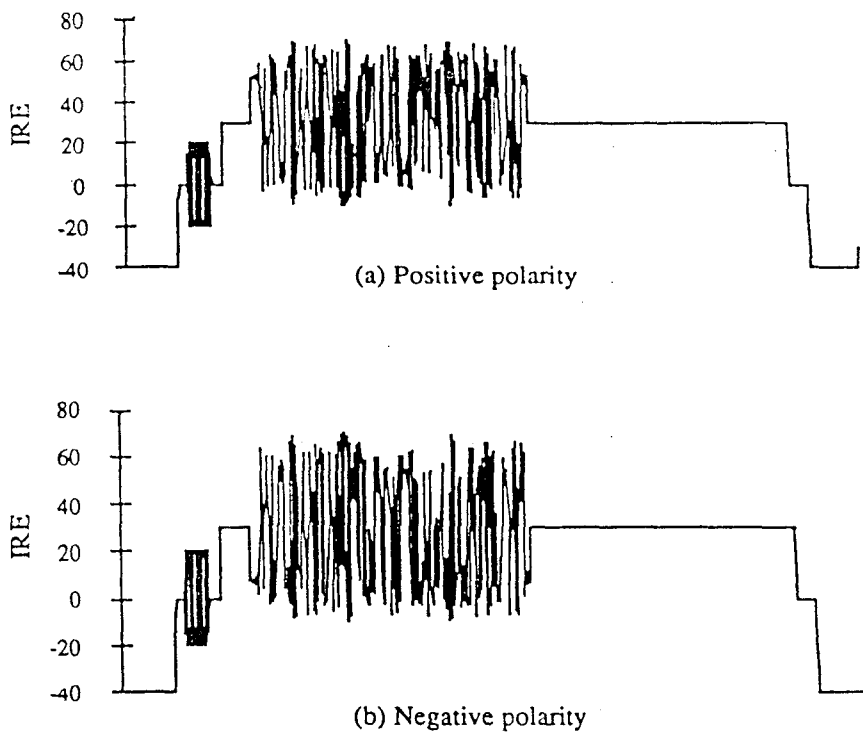


FIGURE 1
KS GCR signal waveform

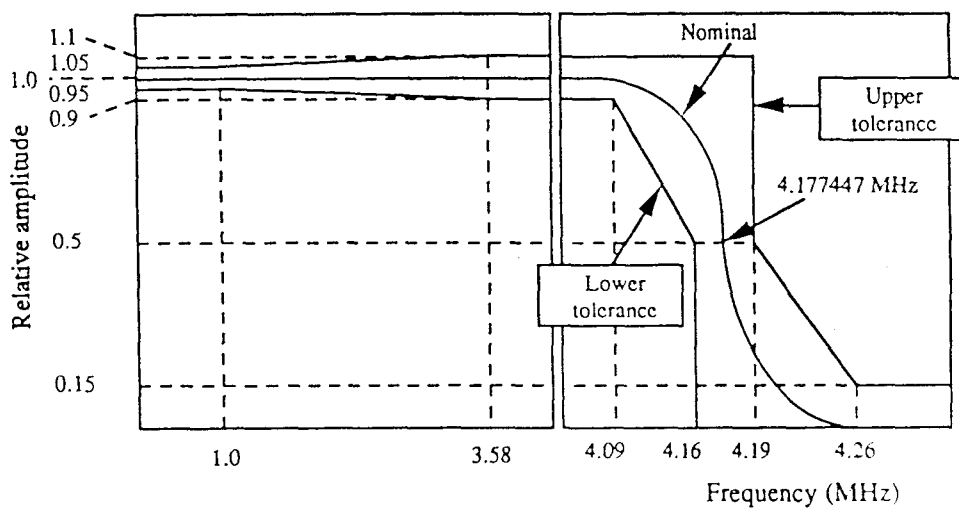


FIGURE 2
Frequency characteristic of lowpass filter

TABLE I

Ternary sequence of length 366

1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	-1
0	-1	0	1	0	0	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0
-1	0	1	0	1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	-1	0	1	0	-1	0
1	0	-1	0	-1	0	0	0	1	0	1	0	-1	0	-1
0	1	0	1	0	-1	0	-1	0	1	0	0	0	1	0
-1	0	1	0	-1	0	-1	0	1	0	-1	0	1	0	1
0	1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	-1	0	1	0
-1	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	1	0	-1	0	1
0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	1	0	-1	0
-1	0	1	0	-1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	0	1	0	1	0
-1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	-1	0	1	0	1
0	-1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0
-1	0	1	0	-1	0	1	0	0	0	-1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	-1	0	1	0	1	0	-1	0	1	0
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	-1	0	1
0	1	0	1	0	0	0	1	0	-1	0	1	0	-1	0
1	0	0	0	-1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	-1	0	1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	-1	0
1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	1	0	-1	0	1
0	-1	0	-1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	-1	0	-1
0	1	0	-1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	-1	0	-1	0	1	0	

TABLE II

Transmission sequence of KS GCR signal

Signal Waveform	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Field Number	1	2	3	4
Color Burst Phase	+	-	+	-
GCR Signal Polarity	-	+	-	+

TABLE III

Procedure for channel characterization at the receiver

Step	Processing Algorithm
1	$SDATA = (-S_1 + S_2 - S_3 + S_4)/2$
2	$SDATA * TS$
3	Channel characterization result

S₁ to S₄ : Received signal waveforms; TS : Ternary sequence; * : Correlation

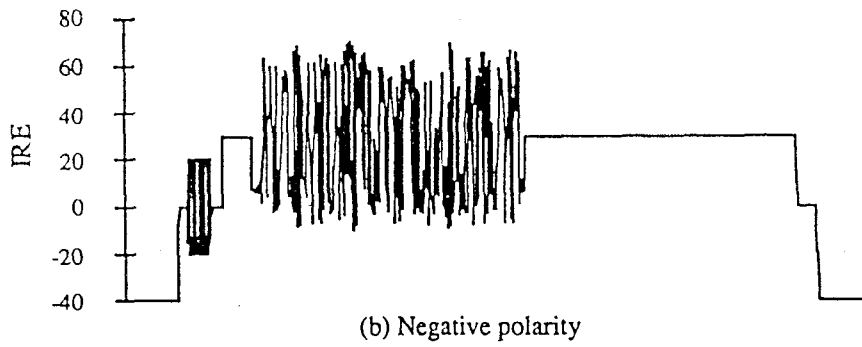
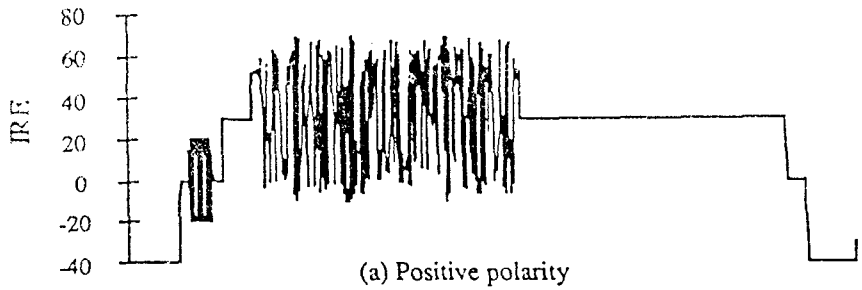


FIGURE 1
KS GCR signal waveform

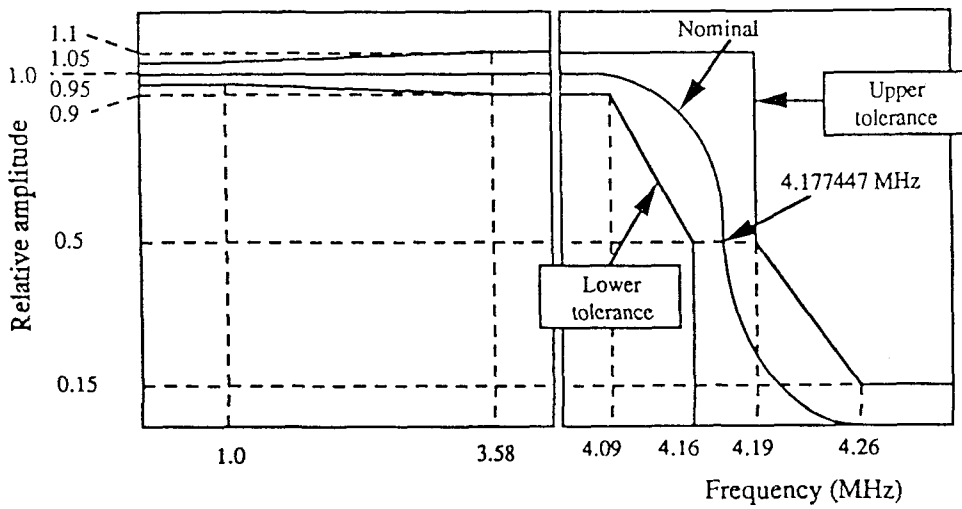


FIGURE 2
Frequency characteristic of lowpass filter