

가변 특성을 갖는 디지털 TV 휘도신호 처리용 디지털 필터 설계

正會員 王鍾鉉*, 李海定*, 劉泳甲*, 趙慶錄*

Design of a digital filter with variable characteristics for a luminance signal processing of digital TV

Jong-Hyun Wang*, Hae-Jeong Lee*, Young-Gap You*, Kyoung-Rok Cho* Regular Members

要 約

본 논문에서는 제어신호로서 필터계수를 변화시켜 가변적인 주파수 특성을 갖는 휘도신호 처리 시스템을 구성하였다. NTSC, PAL, SECAM 등의 TV 신호 방식은 색부반송파 주파수, 휘도신호 대역 등의 상이한 규격 특성을 갖는다. 이 3가지 방식을 포함하여 기존의 B/W 방식에 호환성을 갖도록 구현된 휘도신호 처리 시스템은 가변적인 주파수 특성을 갖도록 구성되었다. 구성된 시스템에서 핵심부분은 휘도신호/색신호 분리부와 어퍼처(aperture) 보정부이다. 휘도신호/색신호 분리부는 색부 반송파의 위치가 다른 각 신호방식에서 휘도신호 대역 내의 색신호를 적절하게 감쇄시키기 위하여 트랩(trap) 위치를 조정 할 수 있는 노치(notch) 필터를 사용하였다. 어퍼처 조정부는 증폭되는 휘도신호 대역의 중심을 조정하기 위하여 기본 어퍼처 보정부와 가변 어퍼처 보정부를 cascade로 접속하여 가변적인 대역 특성을 갖도록 구성하였다. 구현된 시스템의 전체적인 주파수 특성은 휘도신호/색신호 분리부의 트랩(trap) 기능으로 인하여 색부반송파 대역이 약 40dB 이상 감쇄되고 어퍼처 보정으로 고역측이 약 10dB 정도 증폭되는 주파수 특성을 보여 주었다.

ABSTRACT

This paper presents a composite luminance signal processing system for NTSC, PAL and SECAM standards. Each of the three standards employs its own specifications of subcarrier bandwidth and luminance signal waveform. The proposed system, compatible to the specifications of the three standards and B/W TV, implements variable frequency characteristics by controlling filter coefficients. The major features of the system are a luminance/chroma separation unit and an aperture compensation unit. The luminance/chroma separation unit employs a notch filter selection a trap frequency to attenuate unwanted color signals in lumi-

*충북대학교 정보통신공학과
論文播號 : 95295-0829
接受日字 : 1995年 8月 29日

nance signal bands. The aperture compensation unit comprises two subunits, to provide clear color definition for each of the three standards: a primary compensation circuit and a variable compensation circuit. The proposed system yields a 40 dB gain from the chroma/luminance separation and a 10 dB gain from the aperture compensation unit.

I. 서론

디지털 컴퓨터를 이용하여 영상의 실시간 신호처리가 가능해진 1960년대 중반 이후, VLSI(Very Large Scale Integration) technology, 고속 DSP(Digital Signal Processing) 등의 발전으로 DVSP(Digital Video Signal Processing)가 일반화되었다. 이것은 디지털 시스템이 제조상의 단가, 성능면에서의 높은 구현성, 유지보수 등이 아날로그 시스템에 비해 우수한 특성을 갖기 때문이다. 또한 VLSI 기술의 발전으로 영상 신호처리에 필요한 부분들을 고집적 IC로 one chip화하고 NTSC, PAL, SECAM 표준 신호 방식에 대하여 호환성을 갖도록 multistandard(NTSC, PAL, SECAM) processing이 가능하게 프로그래머블(programmable)한 시스템을 구현하는데 사용되고 있다^(1,2). 이러한 디지털 영상 시스템에서 중요한 것은 복합 영상신호(CVBS: Composite Video Blanking Signal)에 대한 색차신호(chrominance) 처리와 휘도신호(luminance) 처리이며 휘도신호 처리는 휘도신호/색신호 분리 방법, 영상의 선명도를 조정하는 어퍼처(aperture) 보정 방법 등이 그 기반 기술이라 할 수 있다.

본 연구는 영상신호의 휘도신호 처리를 행하는데 있어서 NTSC, PAL, SECAM의 표준 칼라방식 및 기존의 B/W 영상신호 방식에 적용 가능하도록 하기 위하여 각 신호방식별로 선택적인 주파수 특성을 갖도록 하는 휘도신호 처리시스템을 구성하였다. 복합 영상신호로부터 휘도신호의 분리는 트랩(trap) 위치가 조정 가능하며 각 신호방식의 색부반송파 위치에서 급격한 감쇄특성을 갖는 노치(notch) 필터를 사용하였다. 어퍼처 보정은 기본 어퍼처 보정부와 이것의 중심 주파수를 변화시키는 가변 어퍼처 보정부를 cascade 형태로 접속하는 2단 구성을 하였다. 이러한 구성방식은 보정되는 휘도신호의 주파수 대역 제어를 쉽게 하였다. 본 논문의 제2장에서는 전체적인 휘도신호 처리 시스템에 대해서 기술하고

제3장에서는 중심주파수를 조정할 수 있는 가변적인 특성을 갖는 가변 특성형 어퍼처부를 다루었다. 제4장에서는 시뮬레이션을 통하여 2장에서 제시된 시스템 전체에 대한 주파수 특성을 다루었고 5장에서는 결론을 기술하였다.

II. 시스템 구성

NTSC, PAL, SECAM의 표준 칼라 신호방식에 대한 복합영상신호의 구성은 주파수 인터리빙(interleaving)방식을 사용하여 휘도신호의 대역 내에 색신호 대역을 포함시키고 있다. 이러한 영상신호와 기존의 B/W 방식에 대하여 휘도신호를 처리하는 회로도를 그림 1에 제시하였다.

회로에 입력되는 VIDEO(7:0) 신호는 색신호 정보를 포함하지 않는 SVHS 이거나 복합영상신호(CVBS)이며 각 신호방식에 따라 표 1과 같은 레벨을 갖도록 샘플링되고 양자화된 디지털 영상신호이다. 현재 디지털 TV에서는 휘도신호의 표준규격을 16(흑)~235(백) 레벨로 정하고있다⁽³⁾. 따라서 그림 1의 전체 시스템은 각 신호방식에 대한 입력 영상신호에 대하여 식(1)과 식(2)의 처리 특성을 갖는다.

표 1. 입력 복합영상 신호 레벨
Table 1. Level of input digital CVBS

시스템 신호레벨	NTSC	PAL/SECAM
백 레벨	106	95
색신호 범위	$-91 \leq C \leq 106$	$-103 \leq C \leq 95$
흑 레벨	-52	-64
동기신호 범위	$-128 \leq SYNC \leq -64$	$-128 \leq SYNC \leq -64$

$$16 \leq \frac{5.5094 \cdot x_{50Hz\ system} + 416.6}{4} \leq 235 \quad (1)$$

$$16 \leq \frac{5.5443 \cdot x_{60Hz\ system} + 352.3}{4} \leq 235 \quad (2)$$

즉, 50Hz(PAL/SECAM), 60Hz(NTSC) 시스템은 각각 1.3774, 1.3861의 이득을 요구하며 104.15, 88.08 만큼 레벨 쉬프트(shift)를 필요로 한다. 식(1)에서 분모항의 4는 각 처리단을 회로로서 구현하는데 있어서의 편리성을 위한것이다. 따라서 표 1에 나타난 각 신호의 레벨 값을 식(1), (2)의 x값에 대입하면 CCIR 601의 신호규격 레벨로 변환된다. 예로 NTSC의 흑레벨인 -52는 식(2)의 x 값에 대입하면 최저 레벨 16이 되며 백레벨인 106을 x값에 대입하면 235를 얻을 수 있다.

시스템의 전체적인 구성을 보면, 입력되는 디지털 영상신호의 대역이 명확하게 제한되어 있다고 말할 수 없다. 따라서 입력된 신호는 일반적인 디지털 시스템에서와 같이 저역필터(LPF)를 통과하게 된다. 식(3)의 전달함수 특성을 갖도록 구성된 저역필터(LPF)는 샘플링(sampling)으로 인하여 반복되는 스펙트럼 상에서의 에일리어싱 효과(aliasing effect)를 제거한다. 이러한 처리를 통하여 얻어진 신호는 휘도신호/색신호 분리부에 입력된다. 이 처리부 주파수 특성은 입력되는 영상신호가 색신호를 포함하는 복합 영상신호(CVBS: Composite Video Blanking Signal)인지 또는 SVHS 신호인지에 따라 결정된다. 만일 입력신호가 복합 영상신호이면 그림 1에서 PRE 신호가 논리 high로 설정되고 휘도신호/색신호 분리부는 색부반송파

주파수 대역에서 급격한 감쇄 특성을 갖는 노치 필터(notch filter)로서 동작하게 된다. 이러한 휘도신호/색신호 분리부의 주파수 특성은 휘도신호의 고역성분까지 감쇄시켜 영상의 해상도를 저하시킨다. 이것을 방지하기 위해 프리엠퍼시스부는 BYPS 신호가 low 일 때 각 신호방식에 따라 그림 2와 같은 주파수 특성을 갖으며 휘도신호/색신호 분리부(CHROMA TRAP)의 전단에서 휘도신호 성분이 가장 많이 존재하는 2~3MHz 부근의 성분을 최고 9배(약 19dB) 정도까지 증폭한다. 그림 2에 제시된 주파수 특성은 식(4)의 전달함수로 표현된다. 입력신호가 색신호를 포함하지 않는 SVHS 신

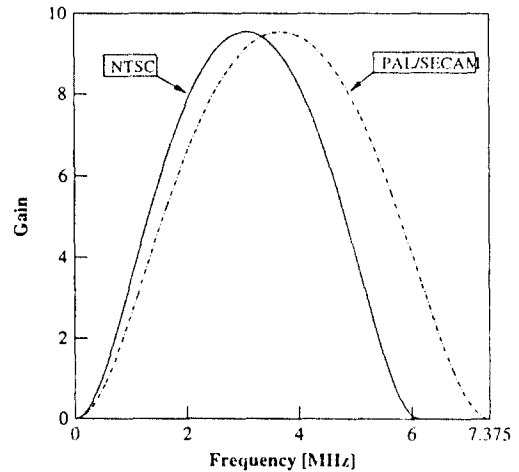


그림 2. 해상도 보정부(PREEMPHASIS)의 주파수 특성
Fig. 2. Frequency characteristics of PREEMPHASIS unit

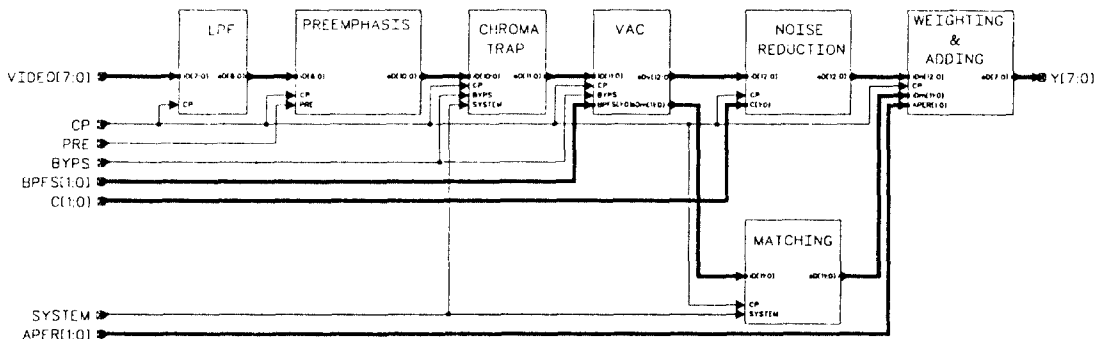


그림 1. 휘도신호 처리 회로도
Fig. 1. Luminance signal processing circuit

호이면 프리엠퍼시스부(PREEMPHASIS)는 high의 BYPS 신호에 의해 식(5)와 같은 전달함수 특성을 갖게 된다. 따라서 입력되는 신호는 고역이 보상되지 않고 단지 지연 소자만을 통과한다.

색신호 성분이 감쇄된 신호는 각 방식의 입력범위 및 색신호 트랩(trap) 위치에 따라 저역에서의 이득이 다르다. 이를 보정하는 출력레벨 조정부(MATCHING)는 CCIR 601의 신호규격에 맞게 각 신호방식에 따라 전체적인 이득을 조절한다. 가변 어퍼처 보정부(VAC: Variable Aperture Compensation)는 휘도 변조 능력을 저역과 고역에서 일치시켜 선명도를 향상시키기 위하여 고역성분만을 증폭하는 어퍼처 보정을 행한다. 이 처리단은 보정되는 주파수 대역을 조정하기 위하여 제어신호에 따라 가변적인 주파수 특성을 갖도록 하였다. 휘도신호의 고역성분을 증폭하는 과정은 휘도신호/색신호 분리단에서 제거되지 않고 잔류하는 고역의 색신호 성분까지 증폭한다. 그러나 잔류하는 색신호로 인한 잡음성분은 색신호 대역에서 급격한 트랩(trap)을 형성하는 휘도신호/색신호 분리단(CHROMA TRAP)의 주파수 특성으로 40dB 이상 감쇄되어 적은 값을 갖는다. 이러한 고주파 영역에 존재하는 작은 크기의 잡음성분을 제거하여 S/N비를 개선하는 기능으로는 coring function을 사용하는 방법이 제시되어 있다^[6]. Coring function의 출력신호 $y(n)$ 은 입력신호 $x(n)$ 이 일정 크기의 상수값 k 이상인 경우는 $x(n)-k$, $-k$ 와 k 값 사이이면 0 그리고 $-k$ 보다 작으면 $x(n)+k$ 의 값을 갖도록 한다. 본 논문에서의 잡음제거부(NOISE REDUCTION)는 제어신호(C[1:0])에 따라 일정 크기 이하의 신호를 잡음으로 간주하여 제거하는 $k=0$ 일때의 coring function 기능을 한다. 어퍼처 조정 및 합성부(WEIGHTING & ADDING)는 어퍼처 보정을 행한 신호에 대하여 제어신호(APER[1:0])에 따라 고역보정의 정도를 조절하고 출력레벨이 조정된 본래의 신호와 합성하여 출력한다.

$$H(z) = (1+z^{-1}) z^{-2} \quad (3)$$

$$H(z) = (\frac{1}{2} + 2z^{-2} - \frac{1}{2} z^{-4}) z^{-3} \quad (4)$$

$$H(z) = z^{-5} \quad (5)$$

1. 샘플링 주파수

아날로그 형태인 TV 및 각종 영상기기의 영상신호는

디지털 처리에 앞서 디지털 영상신호로 샘플링되고 양자화(quantization) 되어야 한다. 이러한 A/D 변환 상의 샘플링 주파수는 CCIR 601에서 50Hz, 60Hz 시스템 모두 13.5MHz를 표준규격으로 권장하고 있으나 시스템 설계에 맞게 조정가능하며^[1] 일반적으로 $3f_{sc}$, $4f_{sc}$ 를 사용한다^[2].

제안된 휘도신호 처리 시스템은 PAL/SECAM의 경우, 11.9322 μ s의 수평귀선 소거기간(t_{HB})과 52.0678 μ s의 유효주사 기간을 갖는 영상신호를 67.7966ns 간격(T)으로 샘플링한 디지털 영상신호를 입력으로 한다. 따라서 샘플링 주파수는 14.75MHz가 되며 한 주사선당 총 화소수와 유효 화소수(active samples per line)는 각각 944개와 768개가 된다. 그러므로 샘플링 주파수와 수평동기 주파수($f_H=15.625$ kHz)는 $944 \cdot f_H$ 의 관계를 갖는다. NTSC의 경우는 주사선당 640개의 유효 화소수(active samples per line)를 구성하기 위하여 11.3518 μ s의 수평귀선 소거기간(t_{HB})과 52.1481 μ s의 유효주사 기간을 갖는 영상신호를 81.4814ns의 간격(T)으로 샘플링한다. 따라서 샘플링 주파수는 12.27MHz가 되며 주사선당 총 화소수와 유효 화소수(active samples per line)는 각각 780개, 640개가 된다. 그러므로 샘플링 주파수와 수평동기 주파수($f_H=15.734$ kHz)는 $780 \cdot f_H$ 의 관계가 있다.

2. 휘도신호/색신호 분리

흑백 TV 영상신호나 SVHS의 경우는 색신호 성분이 포함되어 있지 않다. 그러나 칼라방식에 따른 색차신호의 전송방식으로 NTSC 방식에서는 I, Q 색차신호를 직교, $\pi/2$ 위상 변조로 3.579545MHz의 색부반송파로 진폭 변조하고, PAL 방식에서는 R-Y, B-Y 색차신호를 R-Y에 대해서는 주사선 마다 색부반송파의 극성을 반전시켜 직교, $\pi/2$ 위상 변조로 4.433618MHz의 색부반송파로 진폭 변조하고 있다. SECAM 방식에서는 R-Y(D_R), B-Y(D_B) 색차신호를 2개의 서로 다른 색부반송파($f_{OR}=4.40625$ MHz, $f_{OB}=4.25$ MHz)로 주파수 변조에 의해 선순차 방식으로 전송하고 있다.

칼라 TV에서는 이 색차신호를 추출하여 색을 재현하고 있으나 휘도신호에 색부반송파가 실려 있으면 점상의 휘도변화로되어 잡음으로 나타나게 된다. 이러한 색신호로 인한 잡음을 줄이기 위해서 각 전송방식에 따라 휘도신호 대역 내의 색부반송파 대역을 감쇄시킬 필요가 있

다. 기존에 보고된 방식에서는 색부반송파 위치가 다른 각 신호방식에 적용 가능하도록하기 위해 일반적으로 프로그래머블(programmable)한 노치(notch) 필터를 사용하고 있다. 이러한 시스템에서는 NTSC와 PAL 방식의 경우는 각각의 색부반송파 주파수인 3.579545MHz와 4.43MHz에서 40dB 정도 감쇄되도록 구현되었으며 SECAM 방식에 대해서는 $f_{OR}=4.40625\text{MHz}$, $f_{OB}=4.25\text{MHz}$ 의 색부반송파 주파수에서 순신차적으로 트랩(trap)을 형성하도록 노치(notch) 필터를 사용하여 구현된 경우[2.3]와 f_{OR} , f_{OB} 사이에서 트랩(trap)을 형성하도록 중형필터(anti-bell filter)를 사용하여 구현된 경우가 발표되었다[4].

본 시스템에서는 트랩(trap)되는 중심 주파수를 조절할 수 있고 색부반송파 주파수 대역에서 급격한 감쇄특성을 갖는 노치(notch) 필터를 사용하였다. NTSC 방식에 대해서는 약 140dB 정도, PAL 방식의 경우는 약 180dB 정도로 크게 감쇄되도록 구현하였다. SECAM 방식에 대해서는 PAL 방식의 주파수 특성을 그대로 적용하여 f_{OR} , f_{OB} 주파수에서 약 40dB 정도 감쇄된다. 즉, 휘도신호/색신호부(CHROMA TRAP)는 표준 칼라 신호방식을 크게 50Hz 시스템(NTSC)과 60Hz 시스템(PAL/SECAM)으로 나누어 복합 영상신호로부터 휘도신호 성분을 추출하는 기능을 한다. 이러한 구성은 SECAM 신호방식을 PAL 신호방식에 따라 구현된 시스템으로 처리하도록하여 전체 시스템의 크기 및 복잡성

을 줄이는데 도움을 줄수 있다.

칼라 영상신호로부터 색신호 성분을 제거하기 위하여 트랩(trap) 처리를 하는 경우의 주파수 특성은 식(6)과 같다. α 는 각 시스템에서 색부반송파의 위치가 다르므로 이 위치를 조절하기 위한 값이다. 식(6)으로 부터 얻어진 α 값과 색신호가 트랩(trap)되는 주파수의 관계는 식(7)과 같으며 그림 3에 나타내었다. 따라서 식(6)의 α 값은 NTSC 방식에서 0.51764이며 PAL 방식에서는 0.62501이다. SECAM 방식의 경우, α 값은 $D_B(B-Y)$, $D_R(R-Y)$ 에 대해서 각각 0.47465, 0.60282의 값을 갖는다.

그림 4는 각 신호방식에서 α 값의 조절에 따라 색부반송파 대역에서 트랩(trap)을 형성하는 휘도신호/색신호 분리부(CHROMA TRAP)의 주파수 특성을 나타낸다. 일반적으로 색신호로 인한 잡음을 줄이기 위하여 색부반송파 주변을 40dB 이상 감쇄 시킨다는 점에서 PAL 방식과 SECAM 방식의 주파수 특성이 거의 유사함은 중요하다. 왜냐하면 두 방식에서 휘도신호/색신호 분리 처리를 동일하게 취급해도 무방함을 의미하기 때문이다. 본 논문에서는 휘도신호/색신호 분리를 크게 50Hz 시스템인 PAL, SECAM과 60Hz 시스템인 NTSC로 분류하여 처리하였으며 α 값을 각각 0.62501, 0.51764로 선택하였다.

휘도신호/색신호 분리부의 주파수 특성은 입력신호가 색신호를 포함하는 복합영상신호인지 또는 SVHS 신호

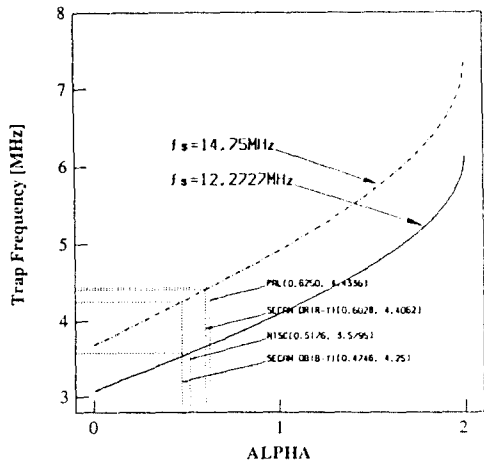


그림 3. α 와 색신호 트랩(trap) 주파수
Fig. 3. The α and Traped frequency of chrominance signal

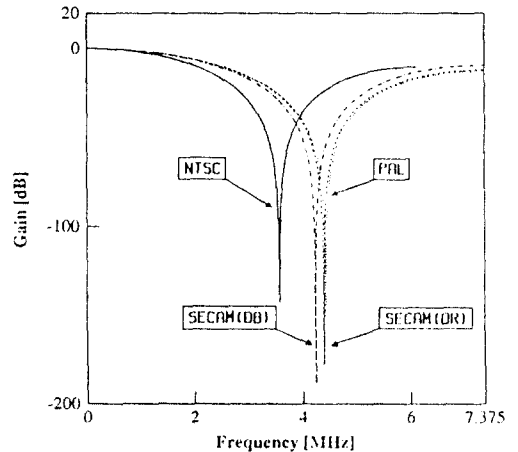


그림 4. 휘도신호/색신호 분리부(CHROMA TRAP)의 주파수 특성
Fig. 4. Frequency characteristics of CHROMA TRAP unit

인지에 따라 두 가지 전달함수 중 하나를 선택한다.

입력스 응답함수는 식(6)을 식(8)에 대입하여 식(9)와 같이 얻어지며 인과성을 만족하도록 T 만큼 쉬프트하여 얻은 전달함수는 식(10)과 같다. 식(11)은 SVHS 신호에 대한 전달함수로서 단지 이득만을 조정한다.

$$|H(e^{j\omega T})| = 2 \cos\left(\frac{2\pi}{u_s} \omega\right) + \alpha \tag{6}$$

$$f_{trap} = \frac{f_s}{2\pi} \cos^{-1}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \tag{7}$$

$$h(nT) = \frac{1}{u_s} \int_{-\frac{u_s}{2}}^{\frac{u_s}{2}} H(e^{j\omega T}) e^{j\omega nT} d\omega \tag{8}$$

$$h(nT) = \frac{\sin(\frac{\pi}{n} + \frac{n\pi}{n})}{\pi + n\pi} + \alpha \frac{\sin(n\pi)}{n\pi} + \frac{\sin(\frac{\pi}{n} - \frac{n\pi}{n})}{\pi - n\pi} \tag{9}$$

$$H(z) = (1 + \alpha z^{-1} + z^{-2}) z^{-2} \tag{10}$$

$$H(z) = (2 + \alpha) z^3 \tag{11}$$

3. 출력 레벨 조정

휘도신호 처리에서 요구되는 이득의 대부분은 휘도신호/색신호 분리부(CHROMA TRAP)에서 얻어지며 그림 1에서 MATCHING 블록은 이득 보정과 페디스틀(pedestal) 레벨을 16으로 쉬프트(shift)함으로써 CCIR 601의 디지털 TV 신호규격에 맞게 출력범위를 조정하는 것이다. 이 처리 단은 식(12)로 주어진 입·출력 특성을 갖는다. δ값은 PAL/SECAM과 NTSC에서 휘도신호의 입력범위와 색신호 트랩(trap) 위치가 다음으로 인해서 발생하는 이득 차이를 조정하기 위한 파라미터이며 식(13)으로 부터 각 시스템에 대하여 표 2와 같이 얻을 수 있다.

$$y(n) = \delta x(n-10) + C \tag{12}$$

$$\delta = \frac{Gain_{NTSC}}{Gain_{SEC} \times Gain_{VIC}} \tag{13}$$

표 2. 이득 보정 파라미터(δ)
Table 2. Parameter(δ) to compensate gain

시스템	요구 이득 (Gain _{NTSC})	샘플링 주파수 변환부 이득(Gain _{SEC})	휘도신호/색신호 분리단 이득(GY/C)	δ
NTSC	5.5443	2	2.5176	35/32
PAL/SECAM	5.5094	2	2.6250	67/64

식(12)에서 C값은 레벨 쉬프트(level shift)를 위한 상수이다. 저역에서의 이득을 고려 할 때 각 시스템의 입력신호 x는 디지털 TV의 신호규격에 따르기 위해 각각 식(14), 식(15)를 만족해야 한다. 이 부등식으로부터 상수 C는 각 시스템에서 식(16), 식(17)의 범위로 정해진다. 구현 상에서의 편의를 위해 상수 C값을 50Hz 시스템은 418(000110100010), 60Hz 시스템은 349(000101011101)를 선택하였다. 왜냐하면 두 상수의 2진 값은 MSB측의 4자리 비트가 같으며 나머지 하위 비트는 반전된 형태이므로 한쪽을 구성하고 나머지는 인버터(inverter)를 사용하여 얻을 수 있기 때문이다.

$$16 \leq \frac{5.5094 \cdot X_{50Hz\ system} + C_{50Hz\ system}}{4} \leq 235 \tag{14}$$

$$16 \leq \frac{5.5443 \cdot X_{60Hz\ system} + C_{60Hz\ system}}{4} \leq 235 \tag{15}$$

$$412 \leq C_{50Hz\ system} \leq 423 \tag{16}$$

$$349 \leq C_{60Hz\ system} \leq 360 \tag{17}$$

그림 5는 출력 레벨 조정부에 대한 회로도이다. SYSTEM 신호가 high일 때는 mux2x12에서 VIDEO(11:0)의 경로를 I0(11:0)으로 선택하여 δ값을 67/64로 함으로써 PAL/SECAM 모드(mode)로 동작하고 low일 때는 I1(11:0)을 선택하여 δ값을 35/32로 함으로써 NTSC 모드(mode)로 동작한다. 이렇게 함으로써 각 신호방식에 따라 시스템에서 요구되는 총 이득을 보정하였다.

III. 가변 특성형 어퍼처(aperture) 보정

각 주파수에 대한 휘도변조 능률은 0~2MHz 정도까지는 그 변화가 미미하지만 2MHz 이상이 되면 서서히 저하하여 화면의 콘트라스트(contrast)가 저하한다. 따라서 휘도신호의 주파수 대역에서 저역과 고역에서의 휘도변조 능률을 일정하게 하기 위해서는 2MHz 이상의 고역을 강조하여 보상해 주어야 한다. 이것을 어퍼처 보정이라 하며 본래의 영상에 비해 고조가 있는 영상신호를 얻을 수 있다. 이를 위해 기존의 방식에서는 그림 6의 a와 유사한 주파수 특성을 갖고 2.5MHz~3.2MHz 범위에서 조정 가능한 중심 주파수의 이득이 0~14dB까지 변화 가능한 방안이 제시되었다³⁾. 또한 복합영상신

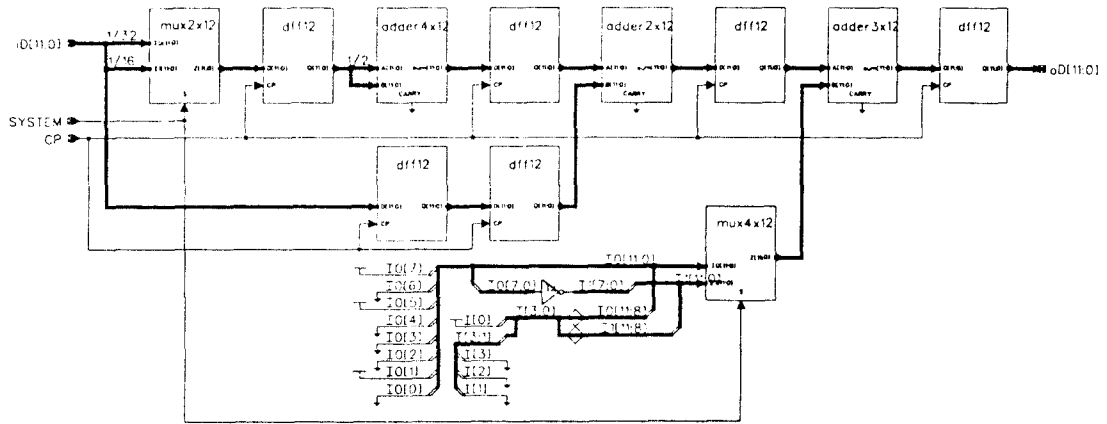


그림 5. 출력 레벨 조정부(MATCHING)의 회로도
Fig. 5. Circuit of MATCHING unit

호로 부터 휘도신호를 분리하는 휘도신호/색신호 분리 과정에서 고역측에 위치한 사이드-밴드(sideband)를 크게하여 처리하는 경우도 제시된바 있다^[5].

본 논문에서는 구조적으로 어퍼처 보정을 행하기 위하여 가변 특성형 어퍼처 보정부(VAC:Variable Aperture Compensation)를 기본 어퍼처 보정부(VAC1)와 가변 어퍼처 보정부(VAC2)로 나누고, 이 2단이 cascade로 접속되도록 구성하였다. 이렇게 구성함으로써 보정되는 휘도신호의 주파수 대역 제어를 쉽게 조정 할 수있다. VAC1 처리부는 기본적인 어퍼처 보정을 위해 고정된 주파수 대역특성을 갖는다. VAC2는 그림 1의 제어신호(BPFS[1:0])에 따라 4가지의 주파수 특성을 갖으며 VAC1의 주파수 특성과 합성되어 전체 어퍼처 보정부(VAC)의 주파수 특성을 변화시키는 역할을 한다.

1. 기본 어퍼처(aperture) 보정

기본 어퍼처 보정부(VAC1)는 영상의 선명도를 조절하는 기본 고역보정부이며 그림 6의 a에서와 같이 $w_s/4$ 를 중심으로 하는 대역 특성을 갖는다. 이 처리부는 단지 휘도신호의 고역성분만을 분리하여 강조함으로써 저역 주파수 성분은 차단된다. 주파수 특성함수는 식(18)과 같이 표현되며 식(8)로부터 얻어진 임펄스 응답은 식(19)와 같다. 필터의 인과성을 만족하도록 2T 만큼 쉬프트(shift)시키고 처리 시간을 조절하기 위하여 3개의

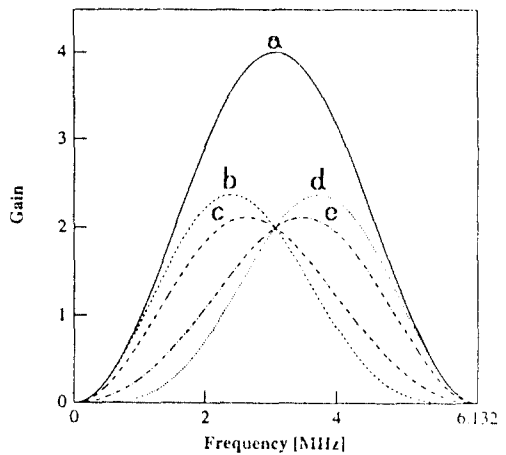


그림 6. VAC1의 a와 VAC2[식(22): $\beta=1/4$ (b), $\beta=1/2$ (c); 식(26): $\beta=1/4$ (d), $\beta=1/2$ (e)]의 합성 주파수 특성
Fig. 6. Frequency characteristics of VAC1 and to be composited with VAC2 ((22): $\beta=1/4$ (b), $\beta=1/2$ (c); (26): $\beta=1/4$ (d), $\beta=1/2$ (e))

그림 6의 a와 같은 주파수특성을 갖도록 구현된 VAC1의 회로도가 그림 7 (a)에 제시되어 있다. BYPS 신호는 입력신호인 iD[11:0]에 포함되어 있는 고역성분을 증폭할 것인지의 여부를 결정한다. BYPS 신호가 low일 때 VAC1 처리부는 입력되는 휘도신호의

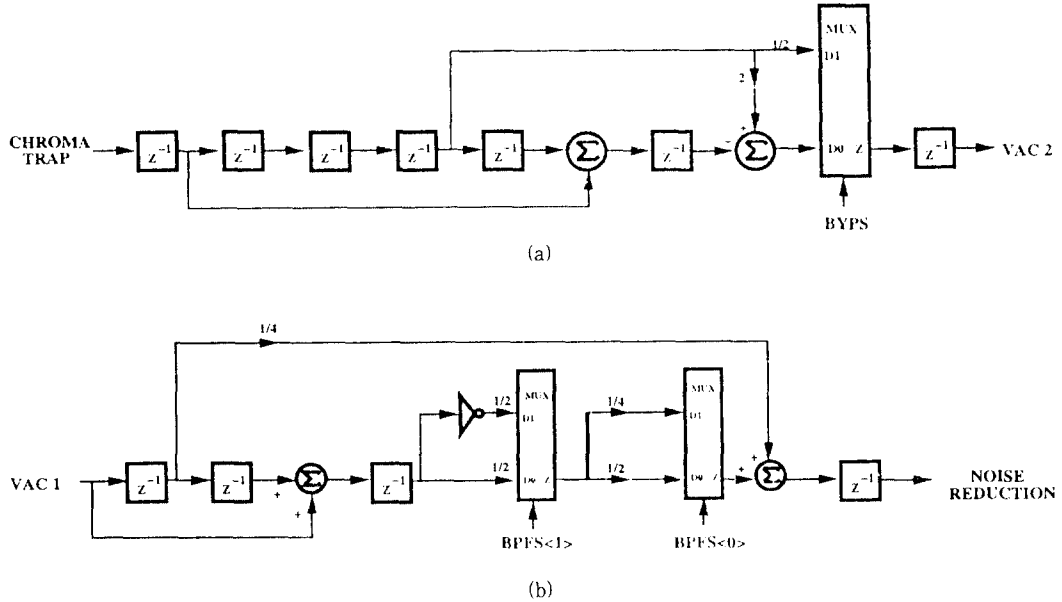


그림 7. 가변 어퍼처(aperture) 보정부(VAC) 블록도
 (a) 기본 어퍼처(aperture) 보정부(VAC1),
 (b) 가변 어퍼처(aperture) 보정부(VAC2)

Fig. 7. Block diagram of variable aperture compensation
 (a) Primary aperture compensation unit(VAC1),
 (b) Variable aperture compensation unit(VAC2)

고역성분을 증폭하여 고조가 있는 영상신호를 출력한다. 이때의 전달함수는 식(20)과 같다. BYPS 신호가 high이면 입력된 신호, iD[11:0]은 단지 주파수 특성을 1/2로 감소시킨 후 지연 소자만을 통과하게 되며 식(21)과 같은 전달함수 특성을 갖게 된다.

그림 7 (a)에 제시된 VAC1 처리부가 식(20), 식(21)의 전달함수에 따라 구성되었는지를 검사하기 위하여 7T만큼 지연된 강도 100의 임펄스 함수(100δ((n-7)T))를 입력(iD[11:0]=000001100100)으로 했을 때의 임펄스 응답(impulse response)을 그림 8 (a)의 (1)영역에 나타내었다. oD[12:0] 출력신호는 입력신호로부터 3T, 4T, 5T, 6T, 7T 만큼의 지연된 후, 각각 -100(-1×100)=1110011100, 0(0×100)=000000000000, 200(2×100)=0000011001000, 0(0×100)=000000000000, -100(-1×100)=1110011100의 값을 나타내고 있다. 이 값들은 식(20)의 임펄스 응답에 대한 지연된 형태이다. 따라서 그림 7 (a)가 맞게 구현되었음을 알 수 있다.

그림 8 (a)의 (2)영역은 BYPS 신호가 high로 설정되었을 때의 출력신호로서 50(1/2×100)=000000011001의 값을 나타내고 있으며 식(21)의 임펄스 응답에 해당한다.

$$|H(e^{j\omega T})| = 2 \cos \left\{ \frac{j\pi}{\omega_s} \left(\omega - \frac{\omega_s}{4} \right) \right\} + 2 \tag{18}$$

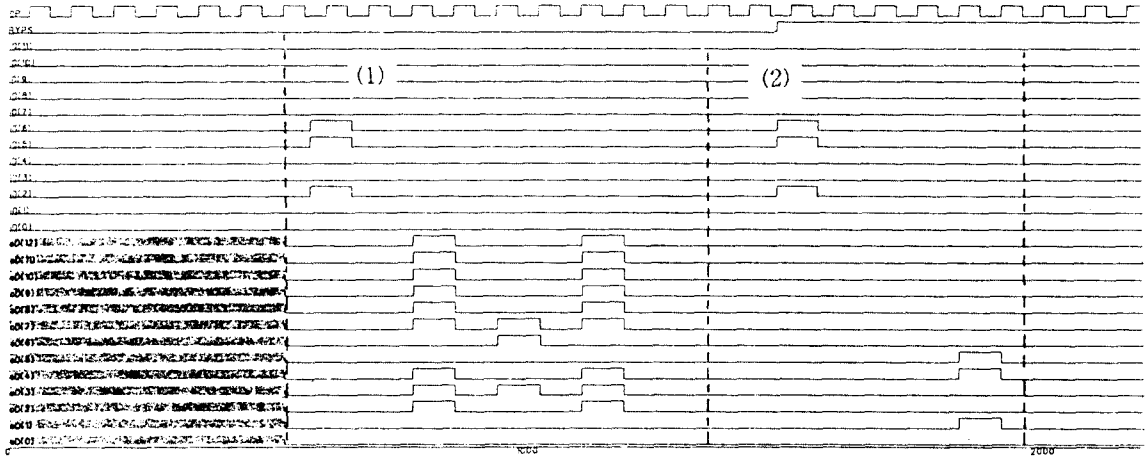
$$h(nT) = \frac{\sin(n\pi + 2\pi)}{n\pi + 2\pi} + 2 \frac{\sin(n\pi)}{n\pi} - \frac{\sin(n\pi - 2\pi)}{n\pi - 2\pi} \tag{19}$$

$$H(z) = (-1 + 2z^2 - z^4)z^3 \tag{20}$$

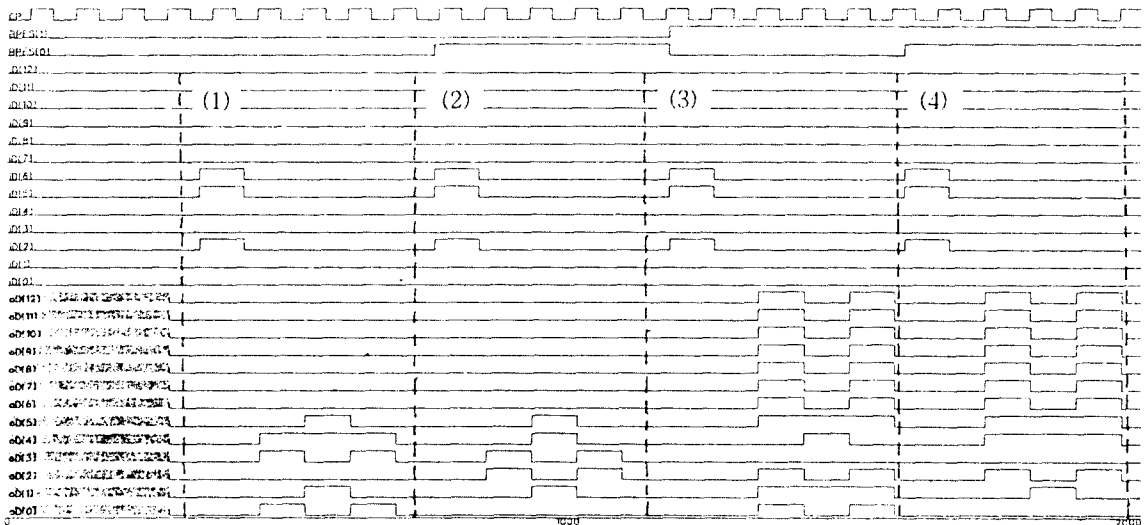
$$H(z) = \frac{1}{2} z^5 \tag{21}$$

2. 가변 어퍼처 보정

주기성을 갖는 두 함수의 합성함수 또한 주기성을 갖는다. 이러한 특성을 이용하여 VAC1이 VAC2와 합성되었을 때 그 중심 주파수의 특성이 변화하도록 VAC2를 구현하였다.



(a)



(b)

그림 8. 가변 어퍼처(aperture) 보정부(VAC)의 임펄스 응답
 (a) 기본 어퍼처(aperture) 보정부(VAC1).
 (b) 가변 어퍼처(aperture) 보정부(VAC2)

Fig. 8. Impulse response of variable aperture compensation
 (a) Primary aperture compensation unit(VAC1),
 (b) Variable aperture compensation unit(VAC2)

그림 7 (b)의 VAC2가 그림 9 a, b와 같은 진폭 특성을 갖으면 VAC1과 합성된 대역 특성은 저역측으로 이동하여 그림 6의 b, c와 같은 진폭 특성을 갖는다. 그림 9 a, b의 진폭 특성은 식(22)로 표현되며 임펄스 응답함수는 식(22)를 식(8)에 대입하여 식(23)과 같이

얻어진다. β 값은 제어신호(BPFS[1:0])에 의해 1/4 또는 1/2값이 선택되며 합성된 주파수 특성의 중심이 변하도록 하는 인자이다. 그림 9 a, b의 주파수 특성에 대하여 시간축 상에서 T만큼 쉬프트(shift)하고 지연 시간을 조절하기 위하여 2단의 지연소자를 추가하여 얻

은 전달함수는 식(24), 식(25)와 같다.

$$|H(e^{j\omega T})| = \beta \cos\left(\frac{2\pi}{w_s} \omega\right) + \frac{1}{2} \quad (22)$$

$$h(nT) = \frac{\beta}{2} \frac{\sin(n\pi + \pi)}{n\pi + \pi} + \frac{1}{2} \frac{\sin(n\pi)}{n\pi} + \frac{\beta}{2} \frac{\sin(n\pi - \pi)}{n\pi - \pi} \quad (23)$$

$$H(z) = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2} z^{-1} + \frac{1}{4} z^{-2}\right) z^{-2}, \beta=1/2 \quad (24)$$

$$H(z) = \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{2} z^{-1} + \frac{1}{8} z^{-2}\right) z^{-2}, \beta=1/4 \quad (25)$$

VAC2의 대역특성이 그림 9 c, d와 같은 진폭 특성을 갖으면 VAC1과 합성된 진폭 특성은 그림 6 c, d와 같이 고역측으로 이동한다. 그림 9 c, d의 진폭 특성은 식(26)으로 표현되어 임펄스 응답함수는 식(8)로 부터 식(27)과 같다. 저역측으로 이동할 때와 같이 β 값은 제어신호(BPFS[1:0])에 따라 1/4 또는 1/2값이 선택될 수 있다. 그림 9 c, d의 주파수 특성에 대하여 T 만큼 쉬프트(shift)하고 2단의 지연소자를 추가하여 얻은

$$|H(e^{j\omega T})| = \beta \cos\left\{\frac{2\pi}{w_s}\left(\omega - \frac{w_s}{4}\right)\right\} + \frac{1}{2} \quad (26)$$

$$h(nT) = -\frac{\beta}{2} \frac{\sin(n\pi + \pi)}{n\pi + \pi} + \frac{1}{2} \frac{\sin(n\pi)}{n\pi}$$

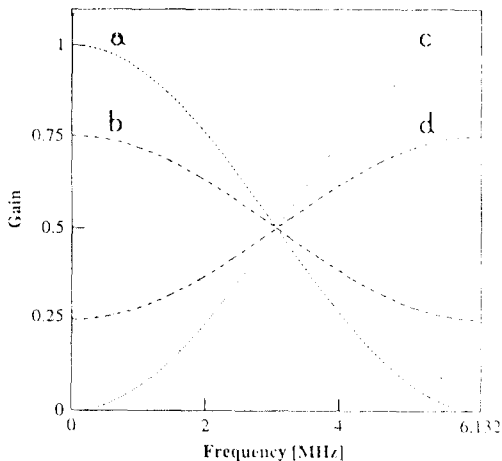


그림 9. VAC2의 주파수 특성: 식(22): (a) $\beta=1/2$, (b) $\beta=1/4$, 식(26): (c) $\beta=1/4$, (d) $\beta=1/2$

Fig. 9. Frequency characteristics of VAC2: when (a) $\beta=1/2$, (b) $\beta=1/4$ in (22); when (c) $\beta=1/4$, (d) $\beta=1/2$ in (26):

$$= \frac{\beta}{2} \frac{\sin(n\pi - \pi)}{n\pi - \pi} \quad (27)$$

$$H(z) = \left(-\frac{1}{4} + \frac{1}{2} z^{-1} - \frac{1}{4} z^{-2}\right) z^{-2}, \beta=1/2 \quad (28)$$

$$H(z) = \left(-\frac{1}{8} + \frac{1}{2} z^{-1} - \frac{1}{8} z^{-2}\right) z^{-2}, \beta=1/4 \quad (29)$$

그림 7 (b)는 이러한 특성을 갖도록 구현된 VAC2의 회로도이다. 회로도에서 BPFS[1] 신호는 인버터를 통하는 경로를 제어하여 반전 신호 또는 비반전 신호를 선택함으로써 주파수 특성이 저역측으로 이동할 것인지 고역측으로 이동할 것인지를 결정한다. BPFS[0]은 β 값을 조정하여 저역측과 고역측에 각각 존재하는 두 가지 주파수 특성중 하나를 선택하도록 하였다. 따라서 VAC2는 BPFS[1:0] 신호에 따라 4가지 주파수 특성 중 하나를 선택하게 된다.

그림 7 (b)에 제시된 VAC2가 식(24)~(25), 식(28)~(29)의 전달함수에 따라 구성되었는지를 검사하기 위하여 $100\delta[(n-4)T]$ 를 입력으로 했을 때 (id[11:0]=000001100100)의 임펄스 응답 파형을 그림 8 (b)에 제시하였다. BPFS[1:0] 신호의 모드 변화에 따라 oD[12:0] 신호는 식(24)~(25), 식(28)~(29)의 전달함수에 대한 임펄스 응답파형을 입력신호로부터 3T 만큼 지연시킨 후에 그림 8 (b)의 (1), (2), (3), (4)와 같이 출력함을 알 수 있다.

그림 10 (a)는 그림 1의 회로도에 입력된 영상신호가 LPF, PREEMPHASIS, CHROMA TRAP, VAC를 통과한 영상으로 이때의 제어신호는 PRE=high, BYPS=low, BPFS[1:0]=[high, high]로 설정된다. VAC1의 저역차단 특성으로 영상에서 보여지듯 영상의 경계 부분 성분만을 출력함을 보여주고 있다. 그림 10(b)는 제어신호 BYPS를 high로 변경했을 때의 영상으로서 본래의 영상을 그대로 출력함을 알 수 있다.

3. 어퍼처 조정 및 합성

어퍼처 조정 및 합성부(WEIGHTING & ADDING)는 두 가지의 기능을 담당한다. 하나는 영상의 선명도를 조정하는 어퍼처 조정 기능으로서 고역 강조의 정도를 조절하는 것이다. 이것은 저역과 고역의 휘도변조 능률을 일치시키기 위한 것이며 제어 신호

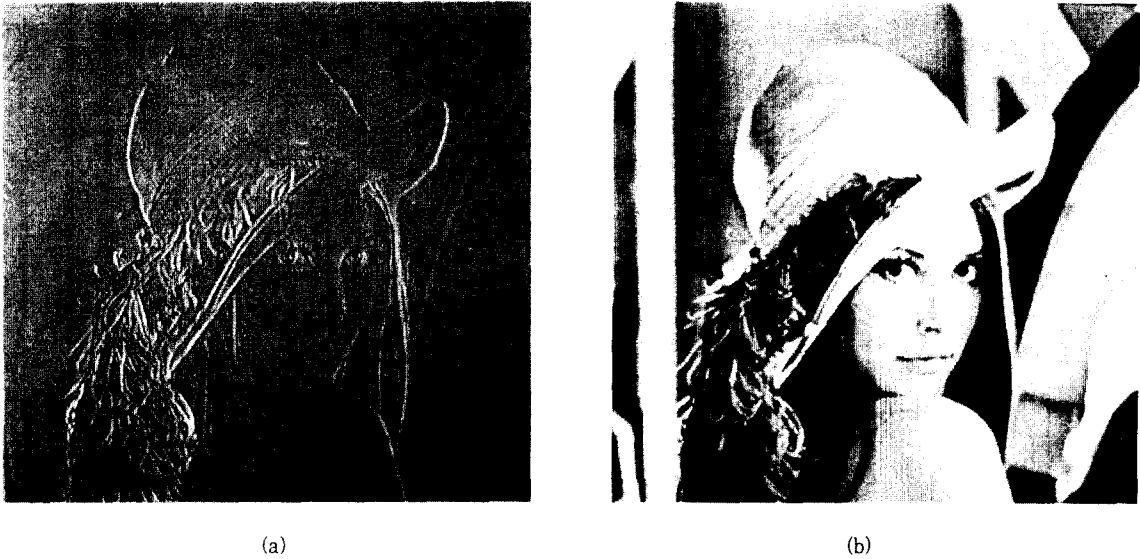


그림 10. 가변 어퍼처(aperture) 보정부(VAC)의 출력 영상
 (a) PREEMPHASIS(PRE=high 모드):ON, CHROMA TRAP(BYPS=low 모드):ON, VAC(VAC1(BYPS=low 모드):ON, VAC2는 BPS(1:0)=(high, high) 모드)
 (b) PREEMPHASIS(PRE=high 모드):ON, CHROMA TRAP(BYPS=high 모드):ON, VAC(VAC1(BYPS=low 모드), VAC2는 BPS(1:0)=(high, high) 모드)

Fig. 10. Output image of variable aperture compensation unit
 (a) when PREEMPHASIS(PRE=high mode) is on, CHROMA TRAP(BYPS=low mode) is on and VAC(VAC1(BYPS=low mode) is on and VAC2:BPS(1:0)=(high, high) mode)
 (b) when PREEMPHASIS(PRE=high mode) is off, CHROMA TRAP(BYPS=high mode) is off and VAC(VAC1(BYPS=low mode) is off and VAC2:BPS(1:0)=(high, high) mode)

APER(1:0)에 따른 가중치의 값은 표 3과 같다. 다른 하나는 합성(adding) 기능으로서 고역만을 필터링하여 어퍼처 보정한 신호와 본래의 신호를 합성하여 저역에 대하여 고역이 10dB 정도 강조되도록 한다. 어퍼처 조정 및 합성부(WEIGHTING & ADDING)에 대한 회로도를 그림 11에 나타내었다. APER(1:0) 신호에 따라 MUX로 입력되는 신호의 경로가 변경되어 고역보정의 정도를 조절한다. 합성(adding)단의 뒷단에서는 식(1), 식(2)의 분모항에 따라 신호의 크기를 1/4배 함으로써 요구되는 전체 이득을 조정하였다.

표 3. 가중치
 Table 3. Weighting value of aperture

APER<1>APER<1>	가중치
0 0	0
0 1	1/4
1 0	1/2
1 1	1

V. 주파수 응답 특성 및 시뮬레이션 결과

복합 영상신호 입력의 경우, 신호는 저역필터부(LPF)를 거쳐 휘도신호/색신호 분리부(CHROMA TRAP)의 고역성분을 보상하기 위하여 해상도 보정부(PREEMPHASIS)를 통과한다. 저역과 고역의 휘도변조 능률을 일치시키기 위하여 가변 어퍼처 보정부(VAC)가 그림 6의 d와 같이 고역으로 이동하는 주파수 특성을 갖도록 조정하고 어퍼처 조정부의 가중치를 1로 했을 때 그림 1의 휘도신호 처리 시스템의 주파수 특성은 NTSC, PAL/SECAM 방식에서 각각 그림 12와 같다. 각 시스템 모두 색부반송파 대역 부근에서 40dB 이상의 급격한 감쇄 특성을 보이고 있으며 저역에 대하여 고역측이 약 10dB 정도 강조되었음을 보여주고 있다. 이 강조 정도는 어퍼처 조정 및 합성부(WEIGHTING & ADDING)에서 조정 가능하다.

그림 13는 SVHS 신호가 입력 될 때 각 시스템의 주

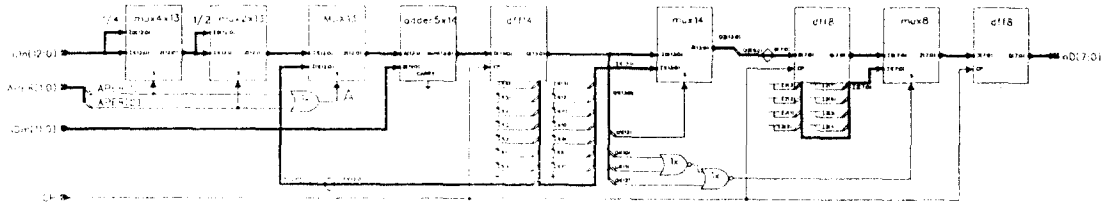


그림 11. 어퍼처(aperture) 조정 및 합성부(WEIGHTING & ADDING) 회로도
Fig. 11. Circuit of WEIGHTING & ADDING unit

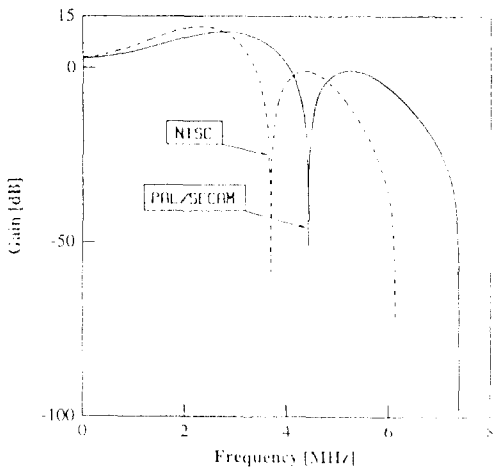


그림 12. 복합영상신호 입력시 60Hz, 50Hz 시스템의 주파수 특성
Fig. 12. Frequency characteristics of 60Hz and 50Hz system when input signal is CVBS

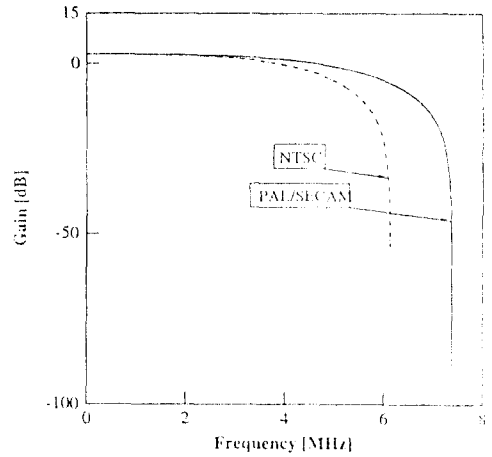


그림 13. SVHS 신호 입력시 60Hz, 50Hz 시스템의 주파수 특성
Fig. 13. Frequency characteristics of 60Hz and 50Hz system when input signal is SVHS

파수 특성이며 색신호 성분이 존재하지 않으므로 휘도신호/색신호 분리부(CHROMA TRAP)의 트랩(trap) 처리가 필요 없어 색부 반송파 주파수 대역에서의 감쇄 현상은 없다. 또한 해상도 보정부(PREEMPHASIS)와 가변 어퍼처 보정부(VAC)의 VAC1단이 단지 이득 처리만을 하여 고역은 보정되지 않았다.

VI. 결 론

본 논문에서는 NTSC, PAL/SECAM 및 B/W 등의 TV 신호방식에 대한 휘도신호의 적합한 처리를 위해 시스템을 구성하는 각 기능부가 가변적인 주파수 특성을 갖도록 설계하였다. 이러한 각 신호방식에 대한 적

응성은 MUX로 필터계수를 선택함으로써 얻어졌다. 특히 노치(notch)필터를 사용하여 각각 서로 다른 위치에 존재하는 색부반송파를 갖는 각 신호방식에 대하여 제어 신호에 따라 트랩(trap)되는 주파수 대역을 변화시켜 휘도신호 대역으로부터 색신호를 감쇄 시켰다. 또한 가변 어퍼처 보정부를 기본 어퍼처 보정부와 가변 어퍼처 보정부(VAC2)의 2단을 cascade로 접속하는 구성을 하여 보정되는 휘도신호의 주파수 대역을 쉽게 조정하였다.

설계된 회로에서 주파수 특성은 색신호 트랩(trap)에서 40 dB 이상의 감쇄 특성을 보였으며 어퍼처 보정으로 2~3MHz 대역이 약 10 dB 정도 증폭되었음을 보이고 있다.

참고문헌

1. Herbert Alrutz, Hans-J rgen D sor, Peter Flamm, Veikko Summa and Eckart Wagner, "A SINGLE CHIP MULTISTANDARD VIDEO ENCODER", IEEE Trans. Comsumer Electronics, vol. 39, no. 3, pp.581-586, August 1993.
2. Chung H. Lu, "Polyphase FIR Filters for the Demodulation of Chrominance Signals", IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, vol. 1, no. 3, pp.279-288, September 1991.
3. CCIR Recommendation 601-2, "Encoding Parameters of Digital Television for Studios", 1982
4. Herbert Alrutz, Bill Butera, Knut Caesar, Fritz Lebowsky, Stefan Rohrer, and Gerard Stoffel, "A SINGLE CHIP VIDEO FRONT END DECODER", IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 39, no. 3, pp.489-495, August 1993.
5. Hans-J rgen D sor, "SINGLE-CHIP VIDEO PROCESSING SYSTEM", IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 37, no. 3, pp.182-189, August 1991.
6. P.D.Filliman, T.J.Christopher, R.T.Keen, "INTERLACE TO PROGRESSIVE SCAN CONVERTER FOR IDTV", IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 38, no. 3, pp.135-143, August 1992.



王鍾鉉(Jong-Hyun Wang)정회원

1969年 10月 28日生.
 1994年 : 충북대학교 정보통신공학과 졸업(공학사).
 1996年 : 충북대학교 대학원 정보통신공학과 졸업(공학석사)

1996年 1月~현재 : (주) 현대전자 소자설계실 연구원
 ※주관심 분야 : 신호처리, VLSI CAD 등임.



李海定(Hae-Jeong Lee) 정회원

1972年 6月 13日生.
 1995年 : 충북대학교 정보통신공학과 졸업(공학사).
 1995年 1月~현재 : (주)LG 반도체 제품개발실 연구원.



趙慶錄(Kyoung-Rok Cho) 정회원

1977年 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사).
 1974年 7月~1986年 7月 : (주)LG 전자 TV 연구소 선임 연구원.
 1989年 : 동경대학교(일본) 대학원 전자공학과(공학석사).

1992年 : 동경대학교(일본) 대학원 전자공학과(공학박사).
 1992年 3月~1992年 8月 : (재)산업과학기술연구소 주임연구원.
 1992年 8月~현재 : 충북대학교 정보통신공학과 조교수.
 ※주관심 분야 : 고속VLSI 회로설계, 통신용LSI개발, 컴퓨터 구조 및 마이크로프로세서설계 등임.



劉泳甲(Young-Gap You) 정회원

1948年 3月 22日生.
 1975年 : 서강대학교 전자공학과 졸업(공학사).
 1975年 8月~1979年 8月 : 국방과학 연구소 연구원.

1981年 : 미시간 대학교(미국) 대학원 전기전산학과(공학석사).
 1986年 : 미시간 대학교(미국) 대학원 전기전산학과(공학박사).
 1986年 2月~1988年 2月 : (주)LG 반도체 책임연구원.
 1988年 10月~1989年 12月 : (주)한국실리콘 기술고문.
 1988年 3月~현재 : 충북대학교 정보통신공학과 부교수.
 ※주관심 분야 : memory test, computer architecture 등임.