

HDTV용 카메라의 이차 함수 감마 보정기의 설계

우성훈, 황종태, 조규형
한국과학기술원 전기 및 전자공학과

Design of Quadratic Gamma corrector for HDTV Camera Applications

Sung-Hun Woo, Jong-Tae Hwang and Gyu-Hyeong Cho
Department of Electrical Engineering
Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)
Kusong-Dong, Yusong-Gu, Taejon, 305-701, Korea
TEL: +82-42-869-3424, FAX: +82-42-869-3410

Abstract - A novel wide-tunable quadratic gamma corrector for HDTV camera applications is proposed. The new gamma corrector controls gamma value in a wide range by simple electrical adjustment of multipliers' gain. It has wide signal bandwidth of 30MHz sufficient for HDTV applications. It also simplifies the circuit design, resulting in a compact surface mounting board implementation with reduced power consumption. Simulation and experimental results confirm these characteristics.

1. 서론

일반적으로 텔레비전 수상기는 입력전압과 출력 광량 사이에 비선형적(nonlinear) 특성을 가지고 있으므로, 이를 보상하기 위해 보통 카메라측에서 감마 보정 회로를 사용하여야 한다. 카메라의 광입력 L_{in} 과 촬상관의 광출력 L_{out} 사이에는 다음의 관계식이 성립한다고 알려져 있다[1].

$$L_{out} = L_{in}^{\gamma_0 \gamma_C \gamma_P}$$

여기서 γ_0 는 카메라에 의해 생긴 지수

γ_C 는 감마 보정회로에 의해 구현된 지수

γ_P 는 촬상관에 의해 생긴 지수이다.

따라서, 전체 전달 특성이 선형적이기 위해서는, $\gamma_C \gamma_0 = \gamma_P^{-1}$ 의 관계를 가져야 한다. 그러나, 이 역지수 함수의 값은 일반적으로 사용되는 텔레비전 수상기에 따라 다른 값을 보이고 있다. 예를 들어, 1/2.2에서 1/2.8의 대표값을 가지고 있음이 보고되었다. 더욱이 HDTV용 카메라에 사용되는 감마보정기는 신호처리주파수가 기존 NTSC방식에 비해 약 5배 가량 넓어야 하기 때문에 감마 보정기의 설계시 고주파 설계를 해야 한다.[2]

감마 보정 회로를 구현하는 일반적인 방법으로 절삭 선형 근사법(piece-wise linear approximation)이 사용되어 왔다. 그러나 이 방법에 의한 회로는 복잡한 구조에도 불구하고 정확한 감마값의 구현이 어렵고 또한 넓은 범위에서의 조정도 불가능하다. 이를 개선하기 위해, 로그함수증폭기(logarithmic amplifier), 선형증폭기

(linear amplifier), 지수함수증폭기(exponential amplifier)를 결합한 방법이 제시되었다[3,4]. 그러나 이 회로는 전체 처리신호 주파수대역이 낮고 또한 세 개의 채널간의 정합이 나쁜 단점이 있다.

또한 다른 방법으로 제안된 것은, 선형블럭과 비선형 블럭을 병렬연결하고 MOS translinear 근사법을 사용한 회로가 있다. 그러나 이 방법은 충분한 주파수대역을 얻지 못하고 또한 정확한 감마값의 제어가 불가능한 것으로 알려져 있다[5].

본 논문에서는 이차 함수 근사법을 사용하여 HDTV용 카메라에 알맞도록 넓은 주파수 대역과 감마 보정 범위를 가지면서 간단한 회로 구성에 의해 전체 구조와 전력 소모를 줄인 감마 보정기를 제시한다. 제시된 감마 보정기는 모의 실험과 실제 장착 실험을 통해 그 성능이 확인된다.

2. 제안된 감마 보정 방식

본 논문에서 제시하는 이차함수 근사법을 설명하기 위해 그림 1에 블록도를 보인다. 전체 감마 보정기는 선형 함수와 비선형 함수블럭이 병렬로 연결되고 각각의 출력 신호를 각각에 적절한 계수를 곱하여 더함으로써 최종 출력을 얻는다. 그림 1의 비선형 함수블럭을 보다 자세히 보인 것이 그림 2(a)이다. 이 블록은 다시 두 개의 서브블럭으로 구성되는데, 각각 전체 입력 신호를 절취(clip)한 후 이차함수파형을 얻는 주 서브블럭과 전체 감마 보정 회로에 의한 전달특성상의 오차를 보상하는 부 서브블럭으로 구성된다. 이 두 서브블럭은 관련되는 기준 전압이 다를 뿐 동일한 구조를 가진다.

하나의 서브블럭은 하나의 클리퍼a(clipper a)와 두 개의 곱셈기들(b,c)로 구성된다. 우선 클리퍼(a)는 외부에서 정한 기준전압에 맞추어 입력신호를 클립한다. 여기서의 클리핑 기준전압은 관련되는 입력 신호 범위에 따라 달라진다. 주 서브블럭의 클리핑 기준전압은 입력신호 전체를 통과시키도록 입력신호의 백색레벨(white level)에 맞춰 지는 반면, 부 서브블럭의 기준전압은 전체 감마 보정기의 특성상 오차가 가장 많이 일어나는 입력신호범위의 30% 근방에 맞춰진다. 따라서 주 서브블럭의 클리퍼의 출력은 입력신호와 같고, 부 서브블럭의 클리퍼의 출력은 입력 신호 중 70% 가량 클립된 신호가 된다.

이 클립된 신호와 클립 기준신호와와의 차는 원래 신호와 신호의 페데스탈 레벨과의 차와 곱하여져 이차함수의 꼭지점부분에 해당하는 신호를 얻게 된다. 이 신호는 다

시 다음의 곱셈기에서 그 곱률이 결정되고 본래의 신호에 더해짐으로써 최종 출력을 얻게 된다. 따라서 주서브블럭의 출력은 입력신호 전범위에 걸쳐 이차함수화된 신호의 꼭지점 부분에 해당하는 파형을 얻게 된다.

그러나 여기서 발생할 수도 있는 오차는 주로 낮은 레벨의 입력신호에 해당하므로 다른 하나의 서브블럭의 신호로 보정한다. 따라서 부서브블럭의 출력은 입력 신호의 30%에 해당하는 범위에 걸쳐 이차함수화된 신호의 꼭지점 부분에 해당하는 파형을 얻게 된다.

이 서브블럭의 회로를 그림 2(b)에 보인다. 그림에서 클립퍼의 클립기준신호를 변화시킴에 따라 클립된 입력 신호가 바뀌고 결국 이차함수의 꼭지점 부분의 클립범위와 곱률이 자유로이 바뀌어 짐을 알 수 있다. 특히 첫번째 곱셈기에 사용되는 페데스탈레벨은 전체 감마 보정이 수행되기 전에 실시되는 페데스탈 보정기에서 얻을 수 있다. 이 주, 서브블럭의 파형은 입력신호에 다시 더해짐으로써 최종적인 감마 보정된 신호를 얻게 된다.

3. 모의 실험 및 실험 결과

PSPICE에 의한 컴퓨터 모의 실험과 이산소자를 사용한 실험을 통해 본 논문에서 제시한 감마 보정기의 동작을 확인하였다. 공급 전압은 각각 +5.6V와 -2.6V를 사용하였다. 그리고 페데스탈레벨로서 +2.8V를 사용하였다. HDTV용 규격에 충분한 30MHz의 주파수 대역을 얻기 위해 모든 소자들은 엄격히 선택되었다. 그림 3에 모의 실험 결과를 보인다. 모의 실험에 사용된 입력 신호는 카메라 캘리브레이션 신호로 +2.8V의 페데스탈레벨에 최대 1V만큼 아래로 진동하는 신호를 사용하였다. 그림 3을 통해 감마 값이 적어도 1/2과 1/3사이까지 변화함을 알 수 있다. 감마값의 변화는 가변저항을 이용하여 이득조정곱셈기의 이득을 조정함으로써 간단히 얻을 수 있다. 그림 4는 실험파형을 보이고 있다. 카메라에 직접 장착하기 위해 내부적으로 감마값을 특정한 4개의 값으로 고정하고 외부에서 선택하도록 고려한 이외에 모의 실험의 결과와 같음을 알 수 있다. 이 제안된 감마 보정 방법은 회로 설계를 현저히 간소하게 하며, 전력 소모를 감소시키며, 또한 보정 방법이 간단하므로 생산시간의 감축을 얻을 수 있다. 또한 특정한 구현 방법에 독립적이므로 이산소자나 집적소자에 모두 사용될 수 있다. 더욱이 감마 보정기는 카메라 내부에서 여러번 사용됨으로 전체 카메라의 시스템 설계 사양이 대폭 개선될 수 있다.

4. 결론

본 논문은 HDTV용 카메라의 새로운 방식의 이차함수 감마 보정기를 제시하였다. 실험에 의해 이 새로운 접근은 곱셈기의 이득을 전기적으로 간단히 조절함으로써 넓은 범위의 감마 보정을 가능하게 하고 회로 설계를 단순히 하여 전체 전력 소모를 줄였다. 특히 30MHz이상의 신호처리 주파수대역을 가지므로 HDTV용 규격에 알맞도록 설계되었다. 모의 실험과 장착 실험을 통해 이런 동작이 증명되었다. 이 새로운 방식은 특정한 구현 방법에 관련되지 않으므로 바이폴라 트랜지스터나 전계효과 트랜지스터들을 사용한 집적회로화도 가능하다.

(참 고 문 헌)

- [1] K. G. Freeman, and R. E. Ford, " Variable gamma corrector improves television video signals", Electron. Eng. pp.90-93, Sept. 1970
- [2] K. B. Benson and Donald G. Fink: HDTV: Advanced Television for the 1990s. New York:

Multiscience Press, pp. 10.1-10.36

- [3] Y. Wong, W. Ott, and B. Brown,: Function Circuits, New York: McGraw-Hill, 1976
- [4] Henk C. Nauta, " An integrated Gamma corrector", IEEE JSSC, vol. SC-16, pp. 238-241, Jun. 1981
- [5] W. Sansen, Van De Plassche, and J. H. Huijsing: Analog Circuit Design: MOST RF Circuits, Sigma-Delta Converters and Translinear Circuits. Boston:Kluwer Academic Publishers, 1996, pp. 349-356

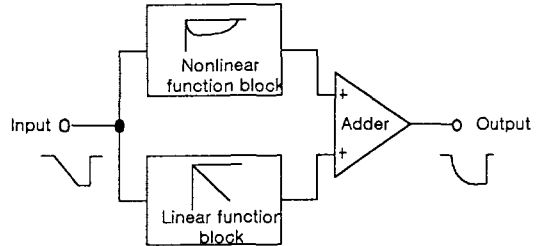
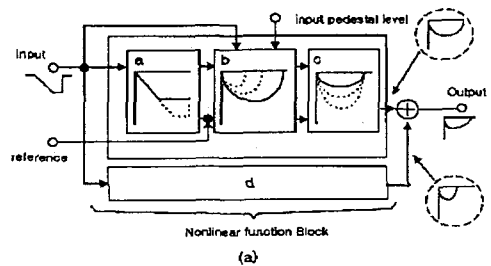
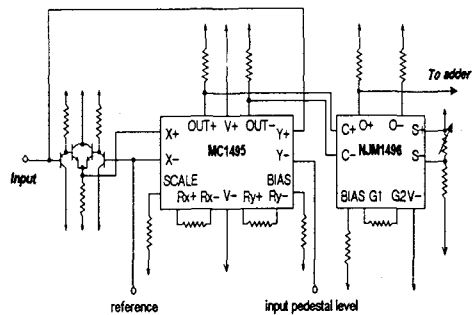


그림 1. 이차함수 근사 감마 보정기의 블록도



a: Clipper
b: Biased Quad waveform generator
c: gain controller
d: Compensation sub-block



(b)

그림 2. 비선형함수 발생기의 구조와 회로도

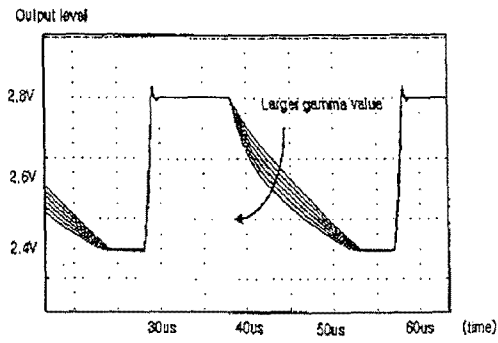


그림 3. 이차함수 근사 감마 보정기의 모의실험결과

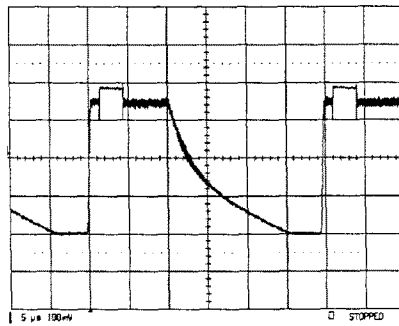


그림 4. 이차함수 근사 감마보정기의 실험 파형