

## HDTV용 카메라의 전류 모드 감마 보정기

우성훈, 황종태, 조규형  
한국과학기술원 전기 및 전자공학과

### A Wide-band wide-tunable Current-Mode 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, Taejeon, 305-701, Korea  
TEL: +82-42-869-3424, FAX: +82-42-869-3410

**Abstract** - A Novel wide-band wide-tunable current-mode(CM) gamma corrector for HDTV camera applications is proposed. The gamma corrector provides accurate gamma control in a wide range by simple electrical adjustment of weighting amplifiers' gain. It has wide signal bandwidth more than 40MHz sufficient for HDTV video signal processing and is implementable with simple integrated circuit with low power dissipation of 125mW.

#### 1. 서론

일반적으로 텔레비전 수상기의 활상관은 그 자체의 비선형성으로 인해 카메라측에서의 역제승함수(inverse power function)으로 보정할 필요가 있다고 알려져 있다. 더욱이 HDTV용 카메라의 경우 신호 주파수 대역에 관한 규격이 기존의 NTSC방식에 비해 약 5배 가량 넓은 대역을 요구한다. 이러한 보정 회로를 감마 보정기(gamma corrector)라고 하며, 이 회로는  $Y_O = X^\gamma$ 의 전달 특성을 갖는 고속 비선형 회로여야 한다. 여기서  $\gamma$ 는 감마값(gamma value)라고 하며 보통 0.3에서 0.6의 값을 요구한다. 그러나 사용되는 활상관은 매우 다른 규격들을 가지고 있을 수 있으므로 보다 더 넓은 범위의 감마값 보정 범위를 가져야 하고 또한 칼라 텔레비전의 경우 각 채널 간에 열등에 의한 변화에 대해 잘 정합(matching)되어야 하는 문제가 있다.

감마 보정기를 구현하기 위해 보통 사용되는 방법으로 절삭 선형 근사법(piece-wise linear approximation)이 있다. 그러나 이 방법에서는 정확한 감마값의 조정이 불가능하고 또한 보정 범위가 협소한 단점을 가지고 있다. 이러한 어려움들을 해결하기 위해 다양한 방법들이 제시되었다. 그중 대수함수증폭기(logarithmic amplifier), 선형증폭기(linear amplifier), 지수함수(exponential amplifier)를 직렬 연결한 구조의 방법이 제안되었다[1]. 그러나 실제의 구현 결과 이들 대안들은 신호 주파수 대역이 좁거나 더욱이 3 채널간의 정합이 어렵다는 문제를 가지고 있는 것으로 알려졌다[1-3].

따라서, 본 논문에서는 HDTV용 카메라에 적합한 새로운 방식의 감마 보정기를 제안한다. 이 감마 보정기는 쌍극 트랜지스터(bipolar transistor)의 전류모드 트랜

스리니어 원리(translinear principle:TLP)에 입각하여 설계되어 넓은 감마제어 범위와 넓은 신호 처리 주파수 대역, 그리고 저전력과 온도에 대한 낮은 영향을 갖고 있다. 이를 모의 실험을 통해 보이기로 한다.

#### 2. 제안된 감마 보정 방식

본 논문에서 제안하는 전류모드(current-mode:CM) 감마 보정기의 블록도를 그림 1에 보인다. 이 보정기는 네 개의 기능블럭으로 구성된다. 즉, 트랜스컨덕터(transconductor), CM 제곱근 함수 발생기(CM square-root function generator:SQRT), CM 삼승근 함수 발생기(CM cube-root function generator:CBRT), 그리고 부가 트랜스 임피던스 증폭기(weighting transimpedance amplifier)가 있다. 우선 트랜스 컨덕터는 전압입력 신호를 전류 신호로 바꾸어 다음 단계 보낸다. 이 전류 신호는 각각 SQRT와 CBRT에서 제곱근과 삼승근에 해당하는 전류 신호로 변환된다. 그리고 이 출력 전류들은 부가 트랜스 임피던스 증폭기에서 각각 적당한 계수가 곱하여져 더해지고 다시 전압출력으로 바뀌게 된다.

그림 2(a)에 SQRT의 주요 회로를 보이고 있다. TLP에 따라 다음의 관계식을 얻을 수 있다.

$$V_{T1} \ln \frac{I_X}{I_{S1}} + V_{T2} \ln \frac{I_{BQ}}{I_{S2}} = V_{T3} \ln \frac{I_{YQ}}{I_{S3}} + V_{T4} \frac{I_{YK}}{I_{S4}}$$

모든 열전압  $V_{T1-4}$ , 모든 역포화전류  $I_{S1-4}$ 가 같다고 가정하면 SQRT의 출력 전류는 다음과 같이 주어진다.

$$I_{YQ} = k_Q \sqrt{I_X}$$

여기서  $k_Q$ 는  $\sqrt{I_X}$ 에 비례하는 상수이다.

한편 그림 2(b)에 보인 CBRT도 이와 유사한 방법에 의해 다음의 전달 특성을 얻게 된다.

$$I_{YC} = k_C \sqrt[3]{I_X}$$

여기서  $k_C$ 는  $\sqrt[3]{I_{BC}}^2$ 에 비례하는 상수이다.

이 전류출력들은 다음에 이어지는 부가 트랜스 임피던스 증폭기에서 적절한 계수가 곱하여져 더해지고 다시 전압신호로 변환되어 다음의 출력을 내게 된다.

$$V_o = kV_i^{1/2} + (1-k)V_i^{1/3}$$

이 부가계수  $k$ 를 조절함으로써 감마값은 1/2와 1/3 사이의 값을 갖게 된다.

그림 3에는 전체 회로도를 보이고 있다. 이 회로도에 서 위에서 언급한 각각의 블록들을 볼 수 있다. 블록1은  $V_i$ 에 비례하는 출력 전류를 생성하는 트랜스컨덕터이다. 지역 부귀환(local feedback)에 의해 고출력 임피던스를 가지고  $R_1$ 을 통해 입력 전압 신호에 비례하는 출력 전류를 낸다. 고주파 신호 주파 대역 성능을 위해 적절한 바이어스 전류를 흘려야 한다. 위에서 유도한 전달 특성 (2)와 (3)에 따라 블록 2와 3에서 SQRT와 CBRT를 구현하였다. 블록 4에서는  $R_o$ 를 가진 트랜스임피던스 증폭기를 보이고 있다. 제어 전압  $V_{cont}$ 를 조절함으로써 부가 계수를 제어할 수 있고 결과적으로 감마값을 보정할 수 있는 구조를 하고 있다.

### 3. 모의 실험 결과

PSPICE에 의한 컴퓨터 모의 실험을 통해 본 논문에서 제시한 감마 보정기의 동작을 확인하였다. 공급 전압은 각각 +2.5V와 -2.5V를 사용하였다. 그리고 페데스탈레벨(pedestal level or black level)로서 0V를 사용하였다. HDTV용 규격에 충분한 30MHz이상의 주파수 대역을 얻기 위해 모든 소자들은 엄격히 선택되었다. 그림 3에 모의 실험 결과를 보인다. 모의 실험에 사용된 입력 신호는 카메라 캘리브레이션 신호(calibration signal)로 0V의 페데스탈레벨에 최대 1V만큼 아래로 진동하는 신호를 사용하였다. 그림 3을 통해 감마 값이 적어도 1/2과 1/3사이까지 변화함을 알 수 있다. 감마값의 변화는 외부 제어 전압  $V_{cont}$ 를 변화시킴으로써 간단히 얻을 수 있다. 모의 실험을 통해 HDTV 신호 주파수 대역에 충분한 약 40MHz의 주파수 대역을 얻었으며, -55°C와 +125°C사이의 온도 변화에 대해 최대 1.3%의 특성변화만을 보였다. 또한 전력 소모는 125mW로 낮은 값을 소모한다.

### 4. 결 론

본 논문은 HDTV용 카메라의 새로운 방식의 전류모드 감마 보정기를 제시하였다. 실험에 의해 이 새로운 접근은 부가 증폭기의 계수를 전기적으로 간단히 조절함으로써 넓은 범위의 감마 보정을 가능하게 하고 회로 설계를 단순히 하여 전체 전력 소모를 줄였다. 특히 40MHz이상의 신호처리 주파수대역을 가지므로 HDTV용 규격에 알맞도록 설계되었다. 모의 실험을 통해 이런 동작이 증명되었다. 이산소자를 통한 실험도 진행중이다.

(참고 문헌)

- [1] Henk C. Nauta, "An integrated Gamma corrector", IEEE JSSC, vol. SC-16, pp. 238-241, Jun. 1981
- [2] K. G. Freeman, and R. E. Ford, "Variable gamma corrector improves television video signals", Electron. Eng. pp.90-93, Sept. 1970
- [3] W. Sansen, Van De Plassche, and J. H. Huijsing: Analog Circuit Design: MOST RF Circuits, Sigma-Delta Converters and Translinear Circuits.

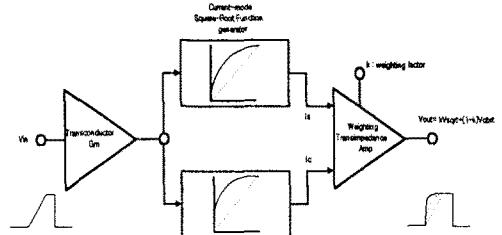
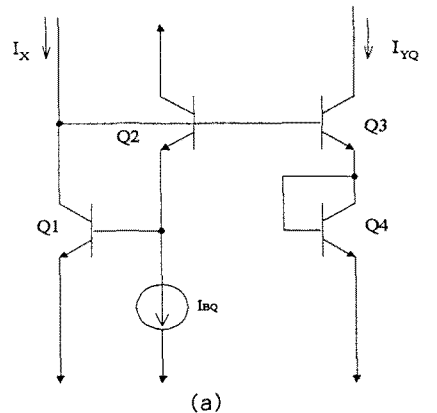
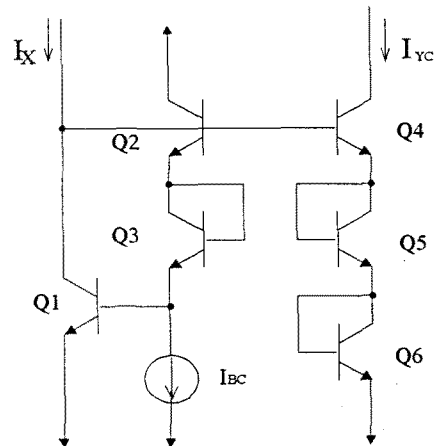


그림 1. 제안된 전류모드 감마보정기의 블록도



(a)



(b)

그림 2 제곱근과 삼승근 기본 회로

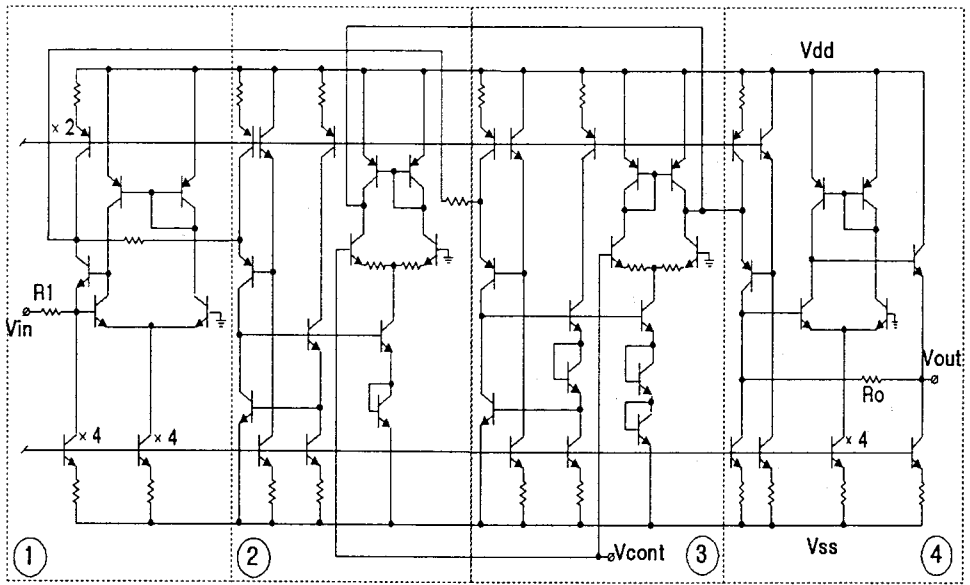


그림3 전류모드 감마 보정기의 회로도

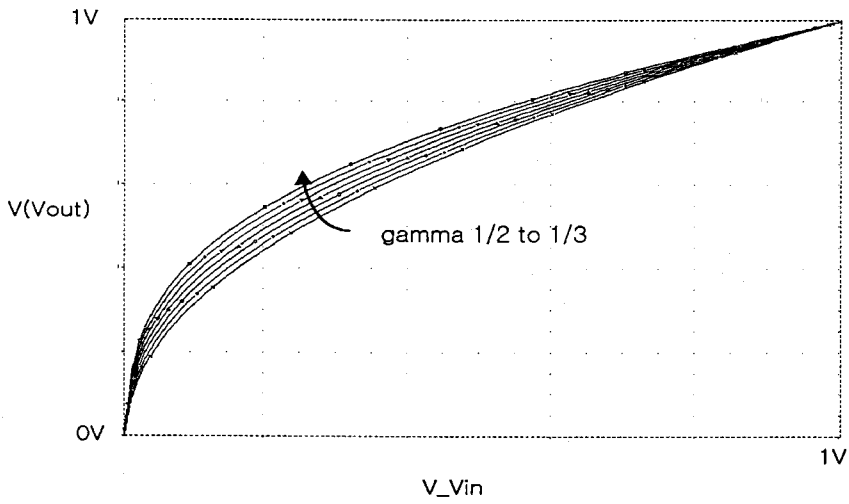


그림 4 전류모드 감마 보정기의 모의 실험 결과