

디지털TV의 原理 및 開發動向

朴 鍾 碩*, 朴 成 漢**

(株)金星社 中央研究所 主任研究員*, 首席研究員**(工博)

I. 序 論

디지털TV는 TV내부에서의 신호처리가 디지털의 형태로 이루어지는 TV를 말한다. 이런 디지털TV를 크게 구별해 보면 다음의 두가지의 경우로 나타낼 수 있다.

(1) TV신호의 전송 및 TV내에서의 신호처리가 모두 디지털의 형태로 이루어지는 경우.

(2) TV신호의 전송은 아날로그 형태로 이루어지되 TV수상기에서 고속으로 A/D변환한 후 신호처리를 디지털의 형태로 수행하는 경우

위의 (1)에 나타낸 경우는 현재의 TV 방송방식과는 매우 큰 차이를 보이는 것으로서 가정용TV까지의 신호전송이 디지털로 이루어지기 위해서는 앞으로 많은 세월이 흘러야 되겠지만 디지털 영상신호의 전송에 적합한 대역폭을 제공할 수 있는 광통신 선로등을 이용하여 TV중계망이나 영상신호의 국간전송등의 특수한 목적에 일부 사용되고 있다. 이 방식의 장점은 무엇보다도 우수한 화질로 영상신호를 전송 및 재생할 수 있다는 것이며 단점으로는 신호전송에 있어서 매우 넓은 주파수대역을 요구한다는 점이다!"

위에서 (2)에 나타낸 경우가 일반적으로 가정용 TV와 개념을 같이 하는 경우로서 통상 디지털TV라고 하면 이와같은 TV를 지칭하는 것으로 되어 있으며 본고의 기술범위는 이 경우로 제한하기로 한다.

디지털TV는 종래의 아날로그TV와 비교해 볼때 많은 장점을 갖고 있으며 이는 크게 다음의 세가지로 요약된다.

- ① TV 제조가격의 절감
- ② 화질의 향상 및 안정화
- ③ 다양한 기능의 첨가가능

위의 장점중 ①에 나타낸 것은 디지털신호처리용 IC의 제조기술 향상에 따른 저가격화 경향과 집적도의 증가로 인한 사용IC 갯수의 감소로 TV제조원가를 크

게 낮출 수 있는 가능성을 갖고 있음을 나타낸 것이다. 또한 TV제조과정 중 컴퓨터를 사용하여 많은 공정을 쉽게 자동화 시킬 수 있고 애프터서비스 과정에서도 전용의 프로그램이 입력된 컴퓨터를 사용하므로써 고장진단 및 수리시간을 크게 단축시킬 수 있으므로 원가절감의 측면에서 많은 효과를 볼 수 있는 것이다.

다음으로 위의 ②에 나타낸 것은 디지털 Comb필터의 사용으로 흑백신호와 색신호 사이의 간섭을 최소화으로 줄일 수 있고 디지털 지연기를 사용하여 손쉽게 Ghost 보상회로를 첨가할 수 있으며 윤곽강조회로 등의 화질향상을 위한 여러방법을 아날로그형 TV에서 보다 적은 원가부담으로 쉽게 구현할 수 있으므로 결국 더욱 향상된 화면을 얻을 수 있는 것이다.

또한 신호처리가 디지털의 형태로 이루어지기 때문에 부품의 노후화에 따른 특성변화에 덜 민감하게 되며 따라서 화면의 안정화 및 품질보증에 더욱 만전을 기할 수 있는 것이다.

다음으로 위의 ③에 나타낸 것은 디지털TV 내부에서의 제어기능이 전용의 마이크로 프로세서와 소프트웨어로서 이루어지고 있기 때문에 메모리와 약간의 추가 하드웨어로서 다음에 열거하는 여러 기능들을 쉽게 구현할 수 있음을 의미하는 것이다.

i) PIP(Picture in Picture)기능; TV화면속에 자화면이라고 불리우는 작은 화면을 첨가하여 두개 이상의 방송을 동시에 시청할 수 있도록 하는 기능 (사용자는 자화면에 VTR화면이나 외부 감시용 카메라의 신호 등을 나타나게 할 수 있음)

ii) 정지화면 기능; TV시청중 정지시키고 싶은 화면이 나타났을 때 본 기능을 사용하여 정지된 화면을 계속 시청할 수 있음.

iii) TV메모수첩 기능; 메모해야 할 내용을 TV에 기억시켜 언제라도 TV화면에 표시시켜 볼 수 있는 기능

iv) TV달력 기능; TV에 달력을 넣어 날짜, 요일 등

을 알아볼 수 있는 기능

v) 화면의 암흑화기능; 특정화면(예를들면 어린이가 보아서는 안되는 화면)을 키조작에 의해 순간적으로 어둡게 만들수 있는 기능

vi) ON Screen 기능; 화면에 현재 TV가 set되어 있는 채널, 음량, 휘도, 색채 등의 상태가 사용자의 요구에 따라 나타나게 되어 TV의 조정에 편리함을 부여하는 기능

vii) 문자다중방송(Teletext) 수신기능

viii) 부분화면확대(Zoom)기능; 화면의 일부분을 확대하여 자세히 시청할 수 있는 기능

위에 열거한 기능들은 아나로그 TV에도 구현가능하지만 디지털TV에서는 소프트웨어를 사용하여 많은 부분을 설계할 수 있으므로 아나로그 TV와는 비교가 안될 정도로 값싸게 구현시킬 수 있으므로 디지털TV 고유의 기능이라고 보아도 무방할 것이다.

II. 디지털TV의 구조 및 동작

현재 디지털TV용 IC는 ITT사에서 발매되고 있는 Digit-2000 IC set가 유일한 것이다. ITT사는 본 제품을 약 10년간의 연구 끝에 1983년 초에 시장에 선보

였으며 대부분의 가전 메이커에서 출시하고 있는 디지털TV는 이 Digit-2000 IC set를 사용하고 있으므로 본고에서는 이 Digit-2000 IC set가 사용된 기본적인 디지털TV의 구조 및 동작에 대해 설명하고자 한다. 그림 1에 이와같은 디지털TV의 구조도를 나타내었다.

그림 1에서 점선으로 나타낸 부분이 Digit-2000 IC set로 구성되는 부분이며 기타의 부위는 일반적인 아나로그 TV와 같은 기능을 수행하고 있다.

그러면 각 블럭별로 그 수행기능에 대해 설명한다.

① 튜너; 안테나에 입수된 전파신호중 원하는 방송신호를 CCU의 제어신호에 따라 선택하고 중간주파와 검파단을 거쳐 Base Band의 음성 및 영상신호를 각각 APU와 VCU에 제공한다.

② APU(Audio Processing Unit); 튜너에서 음성신호를 받아 PDM(Pulse Density Modulation) 신호로 변환한 후 음량, 음질, Balance, Mute 및 음성다중신호처리의 과정을 거치고 Stereo 증폭기로 출력시킨다.

③ VCU(Video Codec Unit); 튜너에서 받은 합성영상신호를 클럭발생기의 출력신호에 따라 14.3MHz의 속도로 A/D변환하여 7비트의 Gray Code로 VPU와 DPU로 보내며 VPU에서 오는 8 bit의 흑백신호(Y)

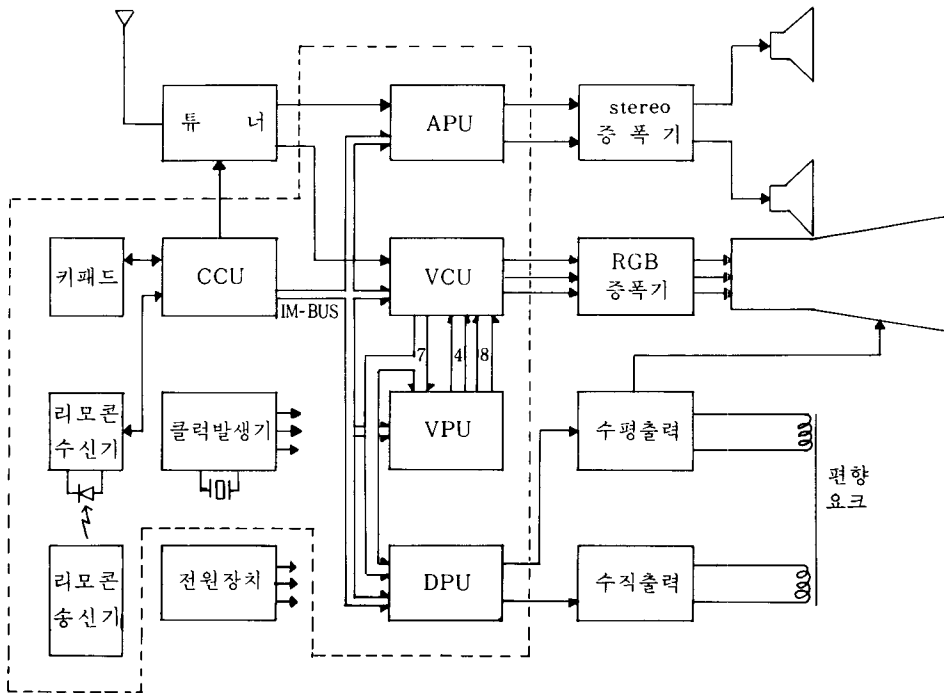


그림1. ITT사의 Digit-2000 IC set를 사용한 디지털 TV의 구조도

와 4 bit로 Multiplex 되어 있는 컬러신호(R-Y, B-Y)를 받아 Demultiplex시켜 8 bit의 Y, R-Y, B-Y 신호를 얻은 후 D/A 변환하여 아날로그 신호로 바꾼다. 이 신호들은 매트릭스회로에서 R, G, B의 신호로 되어 RGB 증폭기에 가해진다.

④ VPU(Video Processing Unit); VCU에서 제공된 합성디지털 영상신호로부터 흑백신호와 컬러신호를 분리시키고 IM-Bus를 통해 CCU가 지시하는대로 Brightness, Contrast, Color, 윤곽강조 등을 처리한다. 그 처리결과는 14.3MHz의 Y신호와 3.58MHz의 R-Y, B-Y신호로 나타난다.

이 신호는 모두 8 bit로 되어 있으며 신호전송선의 수를 줄이기 위해 R-Y, B-Y신호를 4 line으로 Multiplex시켜 보낸다.

⑤ DPU(Deflection Processing Unit); VCU에서 보내진 신호로부터 수평동기신호와 수직동기신호를 분리하여 수평클럭 및 수직클럭단에 가하고 화면을 똑바로 세워주는 핀쿠션 보정을 한다. 또한 아날로그 합성 영상신호를 Clamping시키기 위한 기준 펄스를 발생시킨다.

⑥ 클럭발생기; 컬러부반송파(Color subcarrier) 주파수의 네배에 해당하는 14.3MHz의 클럭신호를 PLL(Phase Locked Loop) 회로에 의해 발생한다.

⑦ CCU(Central Control Unit); IM-BUS를 통하여 앞서 설명한 각 블록을 제어하며 리모콘이나 키패드를 통해 입력된 사용자의 요구가 각 블록에 전달되도록 한다. 내부는 8049 마이크로 프로세서와 6.5K Byte ROM 및 PLL 인터페이스로 구성되어 있다. I장에서 설명한 바 있는 여러기능들을 첨가시키기 위해서는 현재의 6.5K Byte ROM은 충분하지 못하기 때문에 가까운 장래에 더욱 큰 용량의 ROM을 포함하는 CCU가 개발될 것으로 기대된다.

⑧ 키패드, 리모콘; TV의 각종기능을 조절하는 데 쓰이며 데이터는 CCU로 입력된다.

⑨ Stereo 증폭기; APU의 출력신호를 받아 스피커를 구동할 수 있도록 증폭한다.

⑩ RGB 증폭기; VCU의 D/A 변환 출력을 받아 증폭한 후 브라운관에 가한다.

⑪ 수평클럭단; DPU에서의 수평동기신호에 따라 수평편향신호를 발생시켜 편향요크에 가하며 고압을 발생한다.

⑫ 수직클럭단; 튜니파의 수직편향신호를 받아 증폭한 후 편향요크에 가한다.

⑬ 전원장치; 각 블록에 전원을 공급한다.

III. 고해상도 디지털TV

아날로그형과 디지털형을 포함한 현재의 TV수상기는 다음과 같은 문제점을 갖고 있다!²⁾

- (1) Cross-color
- (2) Cross-luminance
- (3) Line crawl
- (4) Flicker
- (5) 해상도(Resolution)

여기서 Cross-color와 Cross-luminance에 관한 문제는 기본적으로 TV영상신호에서 흑백신호(luminance)와 컬러신호가 서로 interleave 되어 있지만 같은 주파수대역 속에 있으므로 양자가 서로 완전히 분리되지 않고 섞여있기 때문에 나타나는 것이다. 물론 디지털TV의 경우 앞서 지적한 것 처럼 디지털 Comb 필터를 사용하여 많이 개선시킬 수 있지만 현재의 방송방식이 안고있는 근본적인 문제점으로서 그의 해결에는 한계가 있는 것이다. 또한 위에서 지적한 문제점중 Line crawl은 TV영상이 비월주사(Interlace scan)를 거쳐 얻어지도록 되어있기 때문이며 특히 TV수상기에서 정확히 비월주사의 위상을 맞추지 못하는 경우 더욱 두드러지게 나타난다. 그리고 Flicker 문제는 수신화면이 급격히 변동하는 동화면일때 현재 30Hz로 되어있는 Frame 전송율이 모자라므로 특히 문제가 된다.

또한 마지막으로 나타낸 해상도문제는 현재의 TV수상기가 총 525line의 주사선으로 한 화면을 이루지만 262.5line의 두 Field로서 구성되므로 TV화면에 가까운 위치에서 TV를 시청하는 경우 주사선이 눈에 매우 거슬리는 효과가 나타나는 것이다.

위에서 지적한 문제점을 해결하기 위해서 현재 많은 방식의 진보된 TV가 연구중에 있다. 이들 중에는 현재의 TV방송방식과 양립성을 갖고 있지 않는 전혀 새로운 방송방식인 일본의 NHK형 HDTV(High Definition TV)나 EBU(European Broadcasting Union)에서 제안한 MAC(Multiplexed Analog Component)등이 있다.

NHK형 HDTV는 종횡비를 3:5로 하고 비월주사를 통해 1125line의 주사선을 얻고 있다. 흑백신호와 컬러신호는 주파수영역에서 interleave 되어 있으며 전체 영상신호의 대역폭은 20MHz에 이르고 있다.

한편 MAC형 HDTV는 앞서 지적한 Cross-luminance 및 Cross-color 효과를 최소한으로 줄이기 위해 흑백신호와 컬러신호를 시간영역에서 다중화하여 각각 40 μ s와 20 μ s로 시간압축하여 전송하고 있다. 따라서 영상

신호의 대역폭은 5.6MHz로 늘어나게 된다.

이들은 양립성부재라는 문제점 이외에도 그 신호대역폭이 현재의 TV방송신호보다 1.5~3배 정도 넓기 때문에 전송 channel로서 DBS(Direct Broadcasting Via Satellite)나 광섬유 등의 사용이 필수적이다. 또한 1985년 10월 스위스에서 열린 CCIR 총회에서 NHK의 꾸준한 노력에도 불구하고 동 HDTV방식이 채택되지 않았으며 다만 studio의 프로그램 제작용으로 사용할 수 있도록 인정되었다. 따라서 가까운 장래에 이와 같은 HDTV방식이 실용화 되기는 어려운 것으로 보여진다. 그러므로 위에서 지적한 문제점을 어느정도 해결하면서 기존의 TV방송방식과의 양립성이 보장되는 방식이 매우 기대되며 여기서 소개하려는 두배주사형 고해상도 디지털TV는 비교적 간편한 방법으로 위의 조건을 만족시킬 수 있는 것이다.

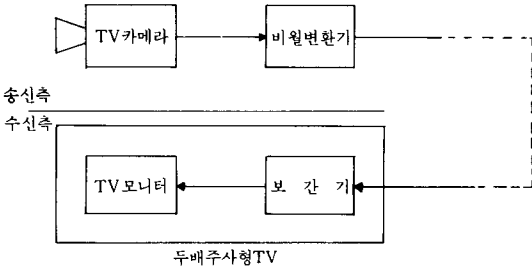


그림2. 두배주사형 고해상도 디지털TV의 송수신 구조

그림 2에 두배주사형 고해상도 디지털TV의 송수신에 대한 구조를 나타내었다.³⁾ TV카메라에서 얻는 영상신호는 주사선수가 525이며 frame전송율이 60Hz가 되도록 한다(이를 525/60으로 표시하기로 한다.). 즉 본 방식에서는 현재의 TV 방송 방식과는 달리 Non-interlace로 영상신호를 얻어내며 따라서 TV카메라 출력에서의 영상신호대역폭은 두배 늘어나게 된다. 이 신호는 비월변환기에 가해지며 매 전송frame 마다 주사선수를 1/2로 줄여주되 비월주사의 관계가 성립될 수 있도록 한다. 따라서 본 비월변환기 출력은 현재의 TV방송신호와 같은 비월주사형식의 525/30의 영상신호가 되는 것이다. 그러므로 본 방송신호를 보통의 TV수상기가 수신할 경우 아무런 문제가 발생하지 않으며 두배주사형 고해상도 디지털TV에서는 수신신호를 보간기(interpolator)에 넣어 송신측에서 삭제시켰던 부분에 대한 주사선을 얻어 내므로서 525/60의 non-interlace신호로 바꾸어 TV 화면에

표현한다. 본 방식은 타 고해상도TV방식과 달리 TV 방송신호의 대역폭확장이 요구되지 않으므로 전파의 효율적 이용이라는 측면에서 크게 부각되는 방식이다. 또한 본 방송방식에 적용할 수 있는 두배주사형 고해상도 디지털TV는 송신측의 구조가 그림 2에서와 같도록 바뀌어지지 않아도 우선 사용할 수 있는 것으로서 TV화면의 크기가 증가하면 할수록 그 효과는 더욱 두드러지는 것이다.

그림 3에 두배주사형 고해상도 디지털TV방식을 비롯하여 보통의 NTSC TV방식 및 MAC, NHK형 HDTV 방식의 화질향상도와 주파수대역과의 관계를 나타내었다.⁴⁾

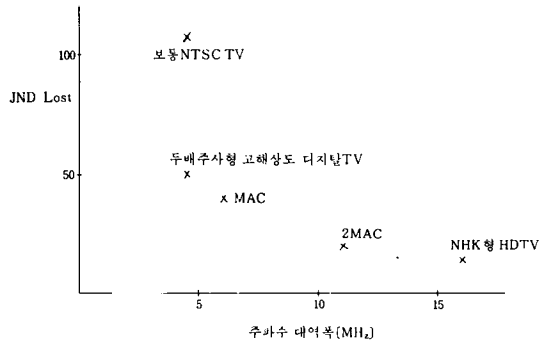


그림3. 각 HDTV방식에서의 화질향상도와 주파수대역과의 관계

그림 3에서는 화질향상도의 척도를 JND(Just Noticeable Difference)로 나타내고 있다.

중축에 나타낸 JND Lost는 완벽한 가상적 영상을 JND Lost 0으로 잡았을때 이것으로부터의 차이를 나타내는 것으로서 이 차이가 작으면 작을수록 좋은 영상을 의미한다고 볼 수 있다. 그림 3에서 보면 보통의 NTSC방식에 비해 두배주사형 고해상도 디지털TV는 같은 대역폭을 차지하면서 JND Lost는 약60에 이르는 것을 알 수 있다. 통상 HDTV방식으로서 최소한 약40 JND Lost를 요구하는 것을 생각할때 두배주사형 고해상도 디지털TV의 효과는 충분히 입증되는 것이다. 한편 MAC형 HDTV나 NHK형 HDTV는 JND Lost 면에서 매우 훌륭한 방식이지만 전송대역폭이 11MHz 이상으로서 많은 분량을 차지하는 것이 단점이다. 그림 3에서 NHK형 HDTV의 전송대역폭을 16MHz로 나타낸 것은 중형비를 3:4로 바꾸어 타 방식과의 비교를 공정하게 하기 위함이다. 물론 좋은 화면을 얻기 위하여 전송대역폭이 넓어지는 것은 불가피한 현상이

지만 NHK형 HDTV와 2MAC형 HDTV를 비교할 때 알 수 있는 것처럼 약 5 JND의 화질향상을 도모하기 위해 약 6 MHz의 대역폭을 추가로 사용하는 것은 전파 자원의 효율적 사용이라는 차원 외에도 TV의 대중성에 비추어 그 경제적인 보급이 매우 중요시 된다는 점을 고려할 때 그다지 바람직한 방식이라고 볼 수 없는 것이다.

IV. 제품동향

디지털TV에 대한 이론적 배경은 디지털신호처리(Digital signal processing) 기술에서 찾을 수 있는 것으로서 그 발상은 매우 오래되었다. 그러나 TV영상신호의 대역폭이 약 4.2MHz로서 비교적 광대역이라는 점 때문에 고속도의 신호처리용 IC를 필요로 하고 있으며 이런 고속도의 소자들을 대규모로 집적화 하는 데는 많은 어려움이 있었다. 따라서 디지털TV가 실용화된 것은 최근의 일로서 II장에서 설명한 ITT사의 Digit-2000 IC set가 발매되면서 부터였다.

1984년 일본의 National사에서는 PIP기능이 들어있는 디지털TV를 출시하였다. 본 TV는 64Kbit의 DRAM을 사용하여 6인치의 자화면을 만들고 있다.

일본의 Toshiba에서는 11인치의 자화면을 만들 수 있는 디지털TV를 1984년에 발매하기 시작했으며 여기에는 64Kbit DRAM이 내게 사용되었다.

한편, 1985년 8월에는 일본의 Sharp사에서 9개의 다른 채널을 동시에 한 화면에 표시해볼 수 있는 multi-screen형 디지털TV가 발매되었는데 여기에는 전체의 TV화면을 저장시킬 수 있도록 1Mbit의 DRAM이 사용되었다. 본 TV에는 이 외에도 주화면 정지기능 3채널 예약기능이 있다.

1984년 12월 일본의 SONY사에서는 그림 2의 보간에 해당하는 장치인 두배주사변환기를 출시하였다. 본 제품은 입력신호로서 525/30인 합성신호나 RGB신호를 받아 이의 주사선수를 두배로 늘려 525/60의 RGB신호로 바꾸어 전용의 모니터에 가해서 시청할 수 있도록 하는 장치로서 그림 2에 나타난 것과 같은 완전한 두배주사형 고해상도 디지털TV는 아니지만 이것의 중요한 일부분으로서 이것의 개발은 나름대로 의미 있다고 할 수 있다.

또한 TV를 단순한 TV방송시청의 수단으로서 보다는 가정내 정보수용의 단말장치로서 활용하기 위해 문

자다중방송의 수신기능을 갖춘 TV가 1985년초부터 일본시장에 등장하였으며 특히 모니터의 기능이 첨가된 다양한 입력단자(합성신호, 아나로그 RGB, 디지털RGB 입력)를 제공하는 TV도 발매되고 있다.

한편 국내메이커들도 일본메이커와 마찬가지로 주로 Digit-2000 IC를 사용하여 디지털TV를 개발하고 있다.

(주)금성사는 1984년 8월 디지털 영상처리 기능만을 수행하는 기본적인 디지털TV를 개발하였으며 이어 1985년 ON-screen 기능 및 다양한 입력단자를 갖춘 디지털TV를 개발하였다. 또한 PIP, 시간표시, 3채널 예약의 기능을 갖춘 본격적인 디지털TV를 현재 개발 중에 있으며 III장에서 설명한 바 있는 고해상도 디지털TV는 1985년 8월 개발에 성공하였다.

한편 삼성전자(주)에서도 1985년 8월 PIP기능을 갖춘 디지털TV를 발표하였다.

V. 結 論

이상과 같이 HDTV와 두배주사형 고해상도 디지털TV를 포함한 전반적인 디지털TV에 대해 간단히 살펴 보았다.

디지털TV는 디지털 영상처리기술의 발달과 IC제조 기술의 향상 및 각종 전자기기의 디지털화 추세에 힘입어 앞으로 뉴미디어의 핵심적인 부분으로서 급격히 발달할 것으로 예측되며 이는 저가격화, 다기능화의 형태로써 인류의 문화생활에 크게 기여할 것으로 보여진다.

參 考 文 獻

- [1] 심원보, "90Mbps 디지털TV 코덱시스템의 구성 연구", KAIST 석사논문, 1984.
- [2] Leendert J. VAN DE POLER, "Evolution of Television Receivers from Analog to Digital," *IEEE Proc.*, vol. 73, no. 4, April 1985.
- [3] Takahilco Fukinuki, et al, "Experiment on Proposed Extended Definition TV with Full NTSC Compatibility," *SMPTE J.*, vol. 93, no. 10, Oct., 1984.
- [4] Curtis R. Carson, "Perceptual Consideration for High-Definition Television System," *SMPTE J.*, vol. 93, no. 12, Dec., 1984. *