

비디오 디스플레이 유니트용 고압발생장치의 전압변동에 관한 연구

지 철 근
서울공대 전기공학과 교수

박 지 식
삼성전기 종합연구소 주임연구원

A Study on the Voltage Regulation of High Voltage Generator for Video Display Unit.

Chol - Kon Chee
S. N. U. Dept. of Elect. Eng.

Jee - Sik Park
SEMCO. R & D Center.

Abstract

In this paper, the circuit analysis during the retrace period of E.H.T. generator is performed by means of the simplified equivalent circuit.

The E.H.T. voltage and the beam current are computed by using Newton-Raphson method and the computed results are compared with those of experiment.

부호설명

- n : 변압기 권선비
- C₀ : 공진 용량
- C_p : E.B.T 의 1차속 부유용량
- C_s : F.B.T 의 2차속 부유용량
- D : 고전압 정류 다이오드
- k : 변압기의 결합계수
- L_p : E.B.T 1차 인덕턴스
- L_y : D Y수평관선 인덕턴스
- V_b : 바이어스 전압
- V_L : 출력 부하 전압
- I_L : 출력부하전류
- V₀ : 출력부하전압을 1차속으로 환산한 전압
- V₀₀ : 1차속으로 환산한 무부하 전압
- I_b : 1차속으로 환산한 부하 전류

1. 서론

비디오 디스플레이 유니트와 텔레비전 수상기는 전자 비임을 접속하고 가속시키기 위하여 직류 고전압을 필요로 한다.

아노드에 공급된 고전압에 전압 변동이 있을 경우에는 텔레비전 수상기의 휘도 조정 불륨을 가변할 때 화면의 크기가 변화한다든지 화면 또는 디스플레이된 문자들의 찌그러짐 현상이 발생하게 된다. 이러한 왜(distortion) 현상은 수직 및 수평 편향감도의 변화때문에 발생한다.

아노드에 직류고전압을 얻는 방법으로는 수평 출력단의 귀선기간 동안에 발생하는 플라잉백 펄스를 변압기로 송압하여 고압 다이오드로 정류하는 방법이 일반적으로 널리 채택되고 있다.

따라서 본 논문에서는 귀선기간 동안의 수평출력단을 간략한 등가회로로 나타내고, 이 간략화한 등가회로를 사용하여 FBT 결합계수 및 정류 다이오드 전하 축적 상수의 변화에 따른 비임전류-출력전압의 관계를 계산하고 그 결과를 실험치와 비교 검토하였다.

2. 이론적 고찰

t=t₀ 에서 귀선기간이 시작되어 t=t₃ 순간 종료된다고 하고, 고압 정류 다이오드가 t=t₁ 순간 도통하기 시작하여 t=t₂ 에서 완전히 cut off 상태가 된다고 생각하여 귀선기간을 t₀-t₁, t₁-t₂, t₂-t₃ 의 3구간으로 나누어 고찰하기로 한다. 각 구간에 대한 등가회로가 그림2)에 각각 도시되어 있다.

2.1 t₀-t₁ 구간

그림2-(a)의 등가회로에서 t=t₁ 순간 콘덴서 C 에 걸리는 전압을 U_i 전류를 I_i 이라 하면

$$U_i = V_b + i_0 \sqrt{\frac{L}{C}} \frac{\sin(\phi - \alpha)}{\cos \alpha}$$

$$= \frac{1}{k} V_0 \quad \text{--- (1)}$$

$$t_1 = \left\{ i_0^2 + \frac{V_0}{k} \frac{C}{L_1} (2V_b - \frac{V_0}{k}) \right\}^{\frac{1}{2}} - (2)$$

여기서

$$\left. \begin{aligned} \phi_1 &= \sqrt{\frac{1}{L_1 C}} (t_1 - t_0) \\ \tan \alpha &= \frac{V_b}{i_0} \sqrt{\frac{C}{L_1}} \end{aligned} \right\} \text{--- (3)}$$

$i_0 : t = t_0$ 순간 전류

로 주어진다.

2.2 $t_1 - t_2$ 구간

고압 정류 다이오드가 도통하는 구간으로 동가 회로로부터 정류 다이오드에 흐르는 전류 i_d 와 $t = t_2$ 순간 콘덴서 C의 전압 및 전류 v_2, i_2 를 구하면

$$i_d = \frac{\sqrt{LC}}{L_T} \left\{ (V_b - V_0)(\theta + \beta) + G V_0 \left(\tan \beta + \frac{\sin \theta}{\cos \beta} \right) \right\} \text{--- (4)}$$

$$v_2 = \frac{L_1}{L_T} V_0 + \frac{L_2}{L_T} (V_b + G V_0 \frac{\cos \theta_2}{\cos \beta}) \text{--- (5)}$$

$$i_2 = \frac{\sqrt{LC}}{L_T} \left\{ (V_b - V_0)(\theta_2 + \beta) + G V_0 \left(\tan \beta - \frac{L_2}{L_1} \frac{\sin \theta_2}{\cos \beta} \right) \right\} \text{--- (6)}$$

로 주어진다. 여기서

$$\left. \begin{aligned} G &= \frac{1}{L_2} \left(\frac{L_T}{k} - L_1 \right) - \frac{V_b}{V_0} \\ \tan \beta &= \frac{i_0 \sqrt{L_1 L_T}}{G V_0 \sqrt{L_2 C}} \end{aligned} \right\} \text{--- (7)}$$

$$\theta_2 = \sqrt{\frac{1}{LC}} (t_2 - t_1)$$

이며 유효조건 ($\theta_2 \leq \pi$)와 ($v_2 \geq 0$)이 동시에 만족되어야 한다. 한편 $t = t_2$ 순간까지 정류 다이오드를 통하여 흐른 전하량을 q_2 라 하면 q_2 는 (4)식을 t 에 대하여 적분하여 구할 수 있으며 전하량이 보존되므로

$$q_2 = I_b \cdot \tau \text{--- (8)}$$

로 주어진다.

여기서 I_b : 평균 비임 전류

τ : 귀선시간과 주사시간의 합

이다.

또 (4)식의 $i_d = 0$ 를 만족시키는 시간 $t_x(\theta_x)$ 까지 흐른 전하량을 q_x 라 하고, 다이오드 역전류에 의하여 흐른 전하량을 q_r 이라 하자. 다이오드 순방향 전류의 변화가 급격할 때는 q_r 은 순방향 전류의 첨두치에 비례하므로

$$\begin{aligned} q_r &= q_2 - q_x \\ &= -\tau_d i_{dpp} \text{--- (9)} \end{aligned}$$

로 주어진다.

여기서 τ_d : 다이오드 전하 축적 상수

i_{dpp} : 순방향 전류의 첨두치

이다.

2.3 $t_2 - t_3$ 구간

동가회로는 $t_0 - t_1$ 구간과 동일하며 $t = t_3$ 순간 콘덴서 C의 양단에 걸리는 전압 v_3 및 전류 i_3 는

$$\begin{aligned} v_3 &= V_b + (v_2 - V_b) \frac{\cos(\phi_3 - \delta)}{\cos \delta} \\ &= 0 \text{--- (10)} \end{aligned}$$

$$i_3 = - \left\{ i_2^2 + \frac{C}{L_1} v_2 (v_2 - 2V_b) \right\}^{\frac{1}{2}} \text{--- (11)}$$

로 주어진다.

여기서

$$\left. \begin{aligned} \phi_3 &= \sqrt{\frac{1}{L_1 C}} (t_3 - t_2) \\ \tan \delta &= \frac{i_2}{v_2 - V_b} \sqrt{\frac{L_1}{C}} \end{aligned} \right\} \text{--- (12)}$$

이며, 유효조건 ($i_2 \leq 0$) 또는 $(\frac{v_2 - V_b}{\cos \delta}) \leq (\frac{V_0}{k} - V_b)$ 이 만족되어야 한다.

2.4 최종방정식의 유도

귀선시간을 τ_f 주사시간을 τ_s 라 하면

$$\tau_f = t_3 - t_0 \text{--- (13)}$$

$$\begin{aligned} \tau_s &= \tau - \tau_f \\ &= \frac{L_1}{V_b} (i_0 - i_3) \text{--- (14)} \end{aligned}$$

로 각각 주어진다. 따라서

$$\tau - \tau_f - \frac{L_1}{V_b} (i_0 - i_3) = 0 \quad (15)$$

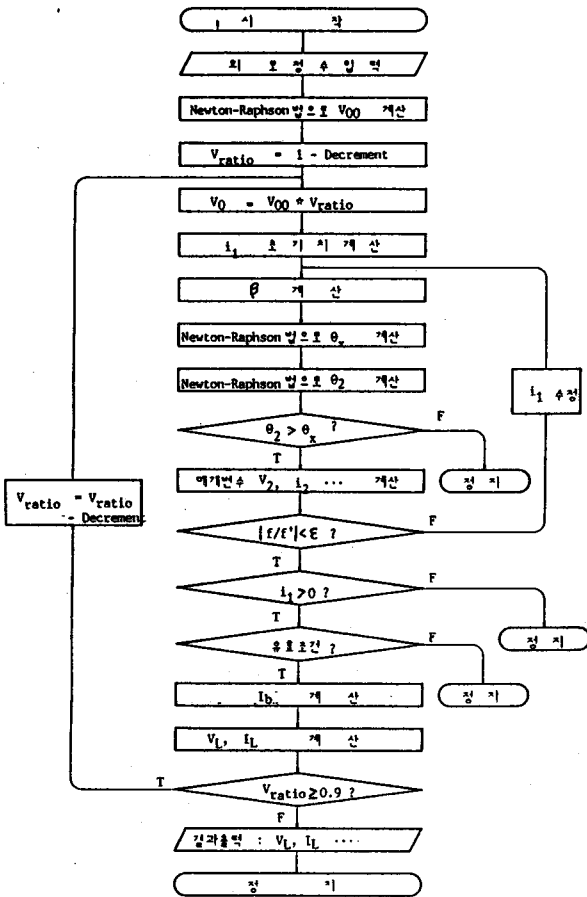
가 되며 식(15)가 풀어야 할 최종적인 방정식이 된다.

3. 계산 순서

3.1 회로 변수

- $V_b = 115 \text{ V}$,
- $\tau = 63.5 \text{ }\mu\text{S}$, $\tau_d = 150 \text{ nS}$,
- $n = 35$, $k = 0.939$,
- $L_p = 2.29 \text{ mH}$, $L_y = 850 \text{ }\mu\text{H}$,
- $C_0 = 19.6 \text{ nF}$, $C_2 = 305 \text{ pF}$,

3.2 계산 흐름도



4. 계산 결과의 보정

3항에서 계산한 결과를 2차속으로 환산하여 VL, IL 을 구하면

$$\begin{aligned} I_L &= I_b/n \\ V_L &= n \cdot V_0 - \Delta V_L \end{aligned} \quad (16)$$

로 주어지며 ΔV_L 은 정류 다이오드와 변압기 2차 권선 저항에 의한 전압 강하이다. ΔV_L 을 계산하기 위하여 t_1-t_2 구간에 정류 다이오드 D 에 흐르는 전류의 변화는 거의 없고 i_r 로 일정하다고 가정한다. 그러면

$$i_r = \frac{\tau}{t_2 - t_1} I_L \quad (17)$$

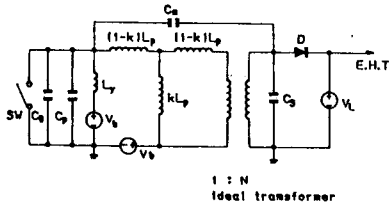
이 되어 다이오드에 의한 전압 강하를 다이오드의 전압 - 전류 특성 곡선으로부터 구할 수 있다.

5. 결과검토 및 결론

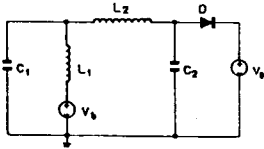
결합계수 k 의 영향을 (그림 3) 에 나타내었고 전하축적상수 τ_d 의 영향을 (그림 4) 에 나타내었다. 그림에서 보는바와 같이 부하전류가 미소할 경우에는 결합계수가 클수록 또 전하 축적 상수가 적을수록 전압 변동면에서는 유리함을 알 수 있다. 상기 계산 결과에 저항강하 및 다이오드에 의한 전압 강하를 보정하여 변압기 2차속으로 환산한 값과 측정치와 비교한 것이 (그림 5) 에 도시되어 있으며 전압 변동 곡선의 모양이 서로 일치한다. 그러나 약 3 kV 의 전압차가 나는 것은 자성재료의 비선형 특성에 기인한 것으로 판단된다.

참고 문헌

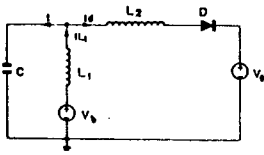
- 1) Jee-Sik Park, Chol-Kon Chee, " A Study on the Unharmonic-tuning Flyback Transformer " , TKIEE, Vol. 35, No. 12, Dec. 1986.
- 2) D.M. Taub, " Analysis of line-scan output/eht generator circuit for C.R.T. displays " , IEE, PROC. Vol. 127, Pt. G, No. 3 June 1980.
- 3) Irving Allen Dodes, " Numerical Analysis for Computer Science " . North-Holland, 1978.



(a)



(b)



(c)

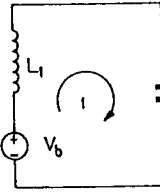
$$C_1 = C_0 + C_1 \quad L_1 = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

$$C_2 = N^2 C_2 \quad L_2 = (1-k^2)L_2$$

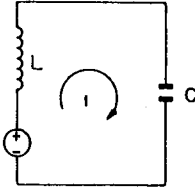
$$V_0 = \frac{1}{N} V_L$$

$$C = C_1 + C_2$$

(그림1) 간략화한 등가회로



(a)

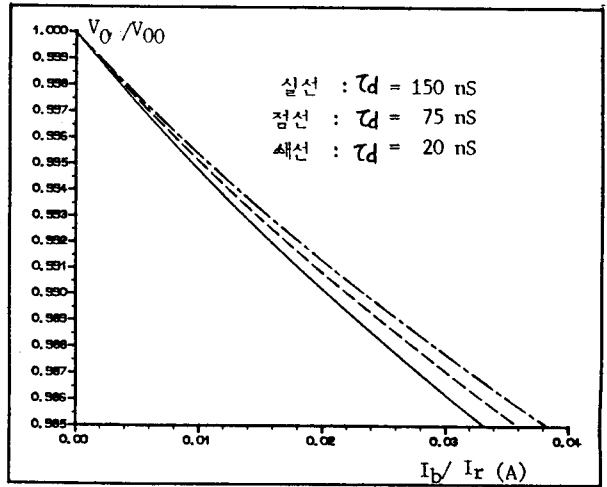


(b)

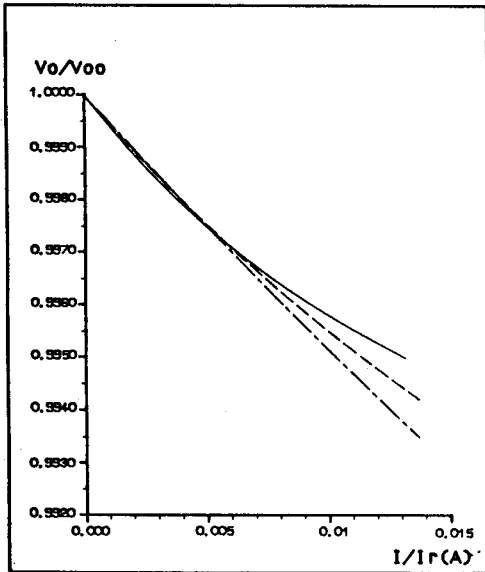
$$C = C_1 + C_2 \quad L_T = L_1 + L_2$$

$$L = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_T} \quad v = v_0 \cdot \frac{L_T}{L} (v_0 - v_0)$$

(그림2) (a) : t₀-t₁ 구간 등가회로
(b) : t₁-t₂ 구간 등가회로

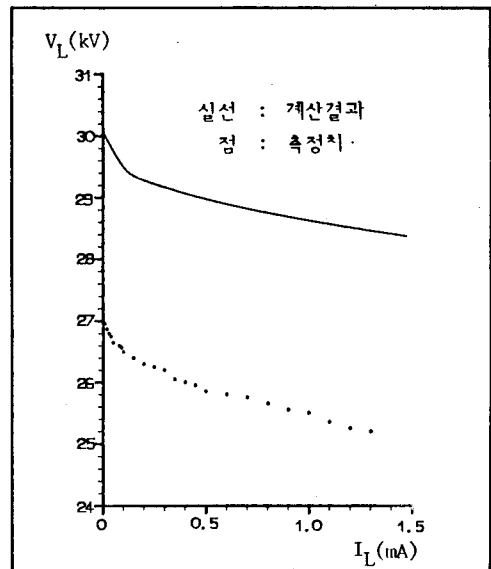


(그림4) 전하축적상수 τ_d 의 영향



(그림3) 결합계수 k 의 영향

실선 : k = 0.988
 점선 : k = 0.975
 해선 : k = 0.939
 $I_r = 0.62045$



(그림5) 계산결과와 측정결과와의 비교