

# 合成試驗에 관한 研究

邊 勝 鳳

<韓國電氣機器 試驗研究所 建設部長>

目 次

- 1. 序 論
- 2. Weil-Dobke回路
- 3. 直接試驗과 合成試驗의 等價條件
- 4. 2-Parameter TRV回路의 問題點
- 5. 4-Parameter TRV回路
- 6. 結 論
- 7. 參考文獻

## 1. 序 論

電力系統이 大容量化됨에 따라 遮斷器도 大容量化가 되어 지금까지 世界各國에서는 短絡試驗設備를 增強하여 왔다.

그러나 모든 定格의 遮斷器에 對해서 短絡發電機의 短絡容量을 增加시켜 100% 容量의 實負荷短絡試驗을 하기 위해 試驗設備를 設計하는 것은 經濟的으로 不合理하다.

따라서 高壓大容量遮斷器에 對해서 單相試驗 部分試驗 등으로 可能한 한 적은 試驗設備容量으로 遮斷容量試驗이 可能한 試驗法이 쓰이고 있다.

上記의 試驗法은 周知하는 바와 같이 한 電源에서

必要한 短絡電流와 回復電壓을 供給하는 直接試驗法이다.

그러나 遮斷 Unit自體가 大容量化됨에 따라 한개의 Unit만을 試驗하는 部分試驗도 큰 短絡試驗容量이 必要하게 되었다.

이에 따라 合成試驗法이 開發되게 되었다.

그런데, 遮斷器의 遮斷性能은 주로 電流 遮斷直後에 印加되는 TRV (Transient Recovery Voltage : 再起電壓)의 波型에 의해 影響을 받는다.

이러한 TRV가 從來의 方法으로는 2-parameter로 定義되어 왔으나 IEC에서는 100kV급 以上の 遮斷器에 對해 4-parameter TRV를 規定하게 했으며 近來에는 初期 TRV에 對해 더욱 자세한 研究가 進行되고 있다. 이러한 趨勢에 呼應하여 合成試驗의 Weil Dobke 回路를 分析한後 4-parameter TRV回路에 對해 考察한다.

## 2. Weil-Dobke 回路

### (1) 回路圖 및 運轉 順序

當 研究所에서 建設計劃中인 Weil-Dobke 合成試驗

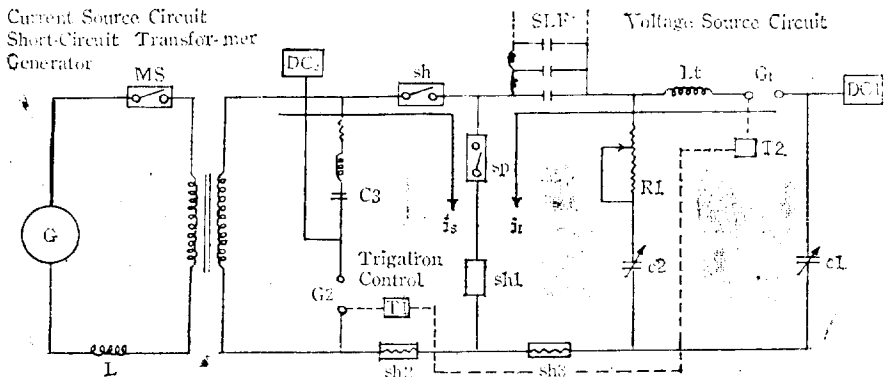


그림 1. Weil-Dobke Circuit.

回路圖는 그림 1과 같다.

위 回路의 簡單한 運轉 順序는 다음과 같다.

곧 補助遮斷器(Sh)와 試驗遮斷器(Sp)의 接點이 同時에 分離되도록 한다. 그리고 補助遮斷器와 試驗遮斷器를 close시키고 投入 switch (MS)를 閉路하면 電流源 回路를 통해 短絡電流(Is)가 흐른다.

또한 그림 1의  $t_1$ 에서 電壓源 回路의 Gap을 Triggering함으로써 高周波電流가 試驗遮斷器에 흐르게 된다.

그럼으로 해서 補助遮斷器는 發電機電壓이 낮기 때문에 쉽게 遮斷되고 試驗遮斷器의 Arc가 延長된다.

곧  $t_2$ 에서 試驗遮斷器가 遮斷에 成功하면 Main Capacitor ( $C_1$ )에 充電된 充電電壓이 放電되어 遮斷器接點間의 再起電壓으로서 印加된다.

(2) 回路定數의 決定

合成試驗을 實施하기 前 供試遮斷器의 定格에 따라 規格에 定해진 電流 및 電壓의 波形을 合理的으로 印加하기 爲해서 각 回路素子  $R, C, L, C_1, C_2$  및  $C_1$ 의 充電電壓  $V_c$ 를 決定해야 되는데 그 方法은 다음과 같다.

가) R; Tuning Resister

Current Injection Solution Method를 使用하여 再起電壓의 初期上昇率을 求하기 爲해 等價回路를 그리면 그림 2와 같고 그림 2는 初期過渡現象에서  $L$ 은 閉路狀態이고  $C$ 는 短絡인 點을 考慮한 回路이다.

또한 電流源  $I$ 의 크기는 다음과 같이 求한다.

遮斷器가 閉路狀態라면 繼續해서 注入電流가 흐르게 된다.

따라서 電流方向은 反對가 되고 電流波形은

注入電流  $i_i = I_m \sin \omega_i t$ 와 같다.

그러나 여기서는 初期過渡現象을 解析하고 있으므로

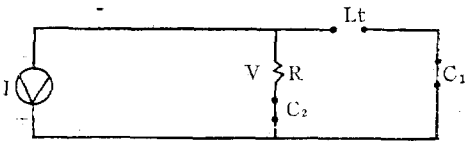


그림 2. 등가회로

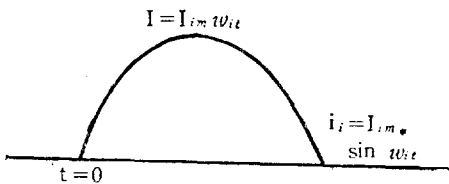


그림 3. 주입전류 파형 해석

ramp input으로 생각할 수 있다.

그 原理은 그림 3과 같다.

곧  $t=0$ 近處에서 sin波 入力은 그림에서와 같이

$$I = \left( \frac{d}{dt} I_m \sin \omega_i t \right) \times t = I_m \omega_i t / t \tag{1}$$

로 볼 수 있다.

그림 2에서 R (tuning resister)에 걸리는 電壓은 再起電壓의 初期過渡值가 된다.

$$V_{TRV} = R I_m \omega_i t \tag{2}$$

再起電壓의 初期上昇率 RRRV는

$$RRV = \frac{d}{dt} V_{TRV} = I_m W_i \tag{3}$$

$$RRRV / I_m W_i = RRRV / \sqrt{2} I_m W_i \tag{3}$$

$I_i$ 는  $i_i$ 의 實效值

(3)式에서 RRRV는 遮斷器 定格에 따라 規格에 定해진 값 그리고 注入電流의 實效值와 角速度  $I_i$  및  $\omega_i$ 는 뒤에 檢討하고자 하는 合成試驗의 等價條件

$$\frac{d}{dt} i_i |_{t=0} = \frac{d}{dt} i_i |_{t=0}$$

에서 알 수 있는 것처럼

$$\omega_i = 10 \omega_s, I_i = \frac{1}{10} I_s \tag{4}$$

에 의해 R를 求한다.

나)  $L_i$ ; Tuning Reactor

注入電流는 다음 式으로 表現된다.

$$i_i = I_m \sin W_i t = V_c \sqrt{C_1 / L_t} \sin \sqrt{\frac{1}{L_t C_1}} t$$

양변을  $t$ 에 대해서 微分하여  $t=0$ 에서의 값을 取하면

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} i_i |_{t=0} &= I_m W_i \cos W_i t |_{t=0} \\ &= V_c / L_t \cos \sqrt{\frac{1}{L_t C_1}} t |_{t=0} V_c / L_t \end{aligned}$$

곧

$$I_m W_i = \frac{V_c}{L_t}$$

$$\therefore L_t = V_c / I_m W_i = V_c / \sqrt{2} I_i W_i \tag{5}$$

(5)式에서  $L_t$ 를 求하려면  $V_c$ 가 未知數로 남아 있어 不可能하여 컴퓨터를 使用하여 反復計算을 實施한다.

다)  $C_1$ ; main capacitor

$C_1$ 은 다음과 같다.

$$C_1 = \frac{1}{L_t (2\pi f_i)^2}; f_i \text{는 注入電流의 周波數} \tag{6}$$

또한 (4)式에서 보이는 것처럼

$$W_i = 10 W_s$$

$$f_i = 10 f_s \tag{7}$$

(5) 및 (6)式과 (7)式에 의해  $C_1$ 을 求한다.

라)  $C_2$ ; Tuning Capacitor.

Tuning Capacitor  $C_2$ 를 求하기 爲해서는 再起電壓

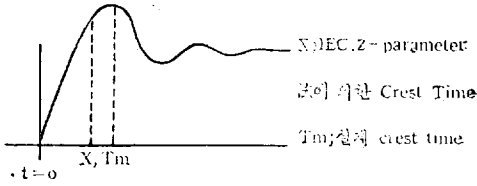


그림 4. 재기전압 파형

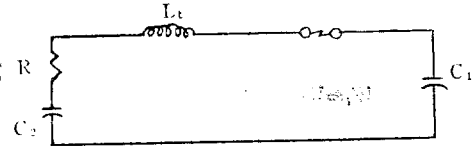


그림 5. 재기전압 등가회로

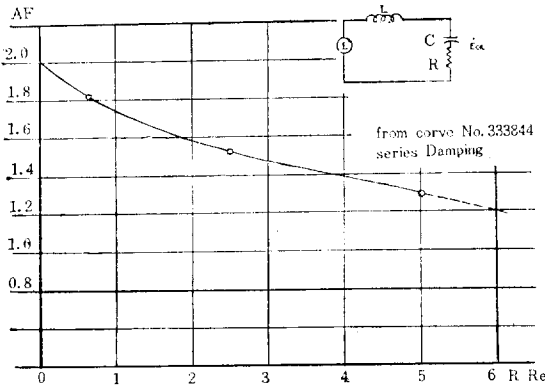


그림 6. Amplitude Factor Curve의 예

$V_{TRV}$ 를 檢討해야 하는데  $V_{TRV}$ 는 그림 4와 같고 또한 재기電壓을 印加하는 Loop는 그림 5와 같다.

$V_{TRV}(t)$ 의 角速度  $q$ 를 구하면

$$S^2 + \frac{R}{L_1}S + \frac{1}{L_1 C_T} = \left( S + \frac{R}{2L_1} \right)^2 + \frac{1}{L_1 C_T} - \left( \frac{R}{2L_1} \right)^2 = (S+P)^2 + q^2$$

$$\therefore q = \left[ \frac{1}{L_1 C_T} - \left( \frac{R}{2L_1} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

(8)式에서

$$\frac{1}{L_1 C_T} > \left( \frac{R}{2L_1} \right)^2$$

$$\therefore q = \left( \frac{1}{L_1 C_T} \right)^{\frac{1}{2}} = W_{TRV}$$

$$\therefore f_{TRV} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C_T}} \quad (9)$$

또한 그림 4에서 재기電壓의 周波數는

$$f_{TRV} = \frac{1}{2T_m} = 2.5X \quad (10)$$

[참고] JEC에 따르면  $X=0.8T_m$  式 (9), (10)에서

$$f = \frac{1}{2T_m} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C_T}}$$

$$\therefore C_T = T_m^2 / L_1 \pi^2; C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad (11)$$

마)  $V_c; C_1$  充電電壓

再起電壓의 Crest値는  $C_1$ 의 充電電壓과  $C_1, C_2$ 의 容量에 따라 決定되나 ( $R$ 과  $L$ 의 效果는 無視할 수 있을 程度로 적음) 이때  $R$ 에 의한 Damping效果에 따른 Amplitude Factor를 考慮하지 않으면 안된다.

그림 5에서

$$V_{TRV \text{ crest}} = V_c \times A \cdot F \times \frac{C_1}{C_1 + C_2} \quad (12)$$

以上的 過程에서 回路素子  $R, L_1, C_1, C_2$  및  $C_1$ 의 充電電壓  $V_c$ 의 計算公式에 對해서 說明했으나 前述한 바와 같이 式(5)에서  $C_1$ 의 充電電壓  $V_c$ 가 未知數로 남아 있다.

그러므로 周知하는 바와 같이 컴퓨터를 使用하여 反復計算法에 의해 回路定數를 決定한다.

$$R_{critical \text{ Damping}} = 2\sqrt{L_1 / C_T}$$

$$Damping \text{ Ratio} = \frac{R}{R_{critical \text{ Damping}}}$$

$R, L_1, C$ 는 그림 5에 나타난 合成試驗回路素子 위의 Damping Ratio를 使用하여  $A \cdot F$ 를 구한다.

바) Computer를 利用한 計算過程

- 1) 式(3)에 의해  $R$ 을 구한다.
- 2)  $C_1$ 의 充電電壓이 規格에 式해져 있는 遮斷器 規格에 따른 再起電壓의 crest値와 같다고 假定(곧  $E_{crest} = V_c$ )
- 3) 式(5)에 의해  $L_1$ 을 구한다.
- 4) 式(6)에 의해  $C_1$ 을 구한다.
- 5) 式(11)에 의해  $C_T$  및  $C_2$ 를 구한다.
- 6) 그림 6에 의해  $A \cdot F$ 를 구하고 式(12)에 의해  $V_{TRV \text{ crest}}$ 를 구한다.
- 7) 過程(2)에서의 (곧 規格에 定해진 값)  $E_{crest}$ 와 過程(6)에서의  $V_{TRV \text{ crest}}$ 値를 比較한다.

- i)  $E_{crest} \neq V_{TRV \text{ crest}}$ ;  
 $V_{c, \text{NEW}} = V_{c, \text{ASSUMED}} - \frac{V_{TRV \text{ crest}} - E_{crest}}{A \cdot F}$  ( $V_{c, \text{NEW}}$ : 새로 假定한  $C_1$ 의 充電電壓)
- ii)  $E_{crest} = V_{TRV \text{ crest}}$ : 必要한 모든 값들의 output을 얻는다.

### 3. 直接試驗과 合成試驗의 等價條件

高電壓 大容量 遮斷器의 遮斷容量試驗時 直接試驗

대신에 合成試驗法을 使用하고 있는데 合成試驗이 直接試驗에 等價가 되기 위해서는 여러가지 條件을 滿足시키지 않으면 안된다.

(1) 遮斷電流

Arc에너지가 直接試驗時와 같아야하므로 電流波形的 진폭과 주기를 決定하여 正確한 波形을 관측할 必要가 있다. 合成試驗時에는 電流源電壓이 낮고 補助遮斷器의 Arc電壓과 直接遮斷器의 Arc電壓이 합쳐지기 때문에 電流波형이 直接試驗時보다 많이 찌그러진다.

(1) 最終 電流波형에서  $\Delta I/I, \Delta t/\frac{1}{2}T \pm 10\%$  이내

$I$ : Arc電壓이 없다고 가정한 時的 短絡電流로 곧 prospective current의 peak치

$I_m$ : Arc電流의 最高值

$\Delta I: I - I_m$

$T$ : prospective current의 周期

$t_1$ : Arc Current의 周期

$\Delta t: \frac{1}{2}T - t_1$

(2) 直接試驗時 遮斷電流를 많이 變化시키는 遮斷器 (즉 Arc電壓이 큰 遮斷器)에 대해서는

$$\Delta I/I = 100 \left[ \frac{\Delta I_s/I - \Delta I_d/I}{100 + \Delta I_d/I} \right] \text{ or}$$

$$\Delta t/\frac{1}{2}T = 100 \left[ \frac{\Delta t_s/\frac{1}{2}T - \Delta t_d/\frac{1}{2}T}{100 + \Delta t_d/\frac{1}{2}T} \right]$$

가  $-10\%$ 를 超過하지 않을 것 (단; 첨자 s는 合成試驗時, d는 直接試驗時) 誤差를 超過할 경우에는 電流源電壓을 增加시키거나 電流源回路的 리액던스를 감소시켜 보상한다.

(2) 流入電流(Injection current)

Arc電壓이 없다고 가정했을 時的 injection Current 곧 prospective injected current의 零電流에서의 變化率은 故障電流의 零電流에서의 變化率과 같아야 한다.

이 條件은 電壓源電流의 周波數와 크기를 選擇하게 한다.

이때 零電流에서 變化率의 誤差로 IEC 및 JEC에서  $0 \sim 10\%$ 로 規定하고 있다.

A) 注入電流의 시각

$i_s$ : 短絡電流(電流源電流)

$i_i$ : 注入電流(電壓源電流)

$i_p = i_s + i_i$

$\omega_s$ : 短絡電流의 角速度

$\tau = t - t_0$

注入電流는 다음 條件을 만족해야 한다.

$$\left. \frac{d}{d\tau} i_i \right|_{\tau = \frac{\pi}{\omega_i}} = \left. \frac{d}{dt} i_s \right|_{t = \frac{\pi}{\omega_s}} \quad (a)$$

電流주입법에서 電壓回路의 주입시각에 대한 影響을

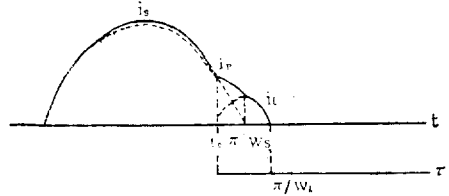


그림 7. 주입전류와 시험차단기 전류

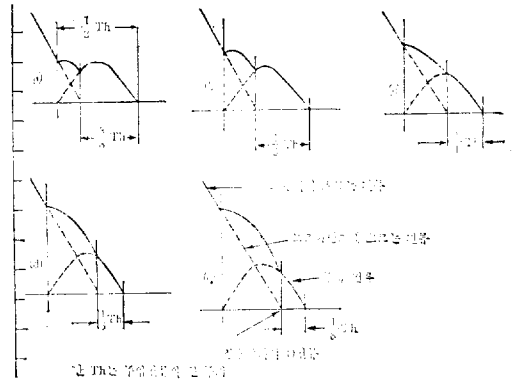


그림 8. 주입전류의 시각에 따른 파형

분명히 보여 주기 위하여 다음 2가지의 特別한 경우를 고려한다.

i)  $t_0 = \pi \left( \frac{1}{\omega_s} - \frac{1}{\omega_i} \right)$ 인 時에서 電壓源回路가 連結될 때, 零電流에서 電流의 變化率은 다음과 같이 表現된다.

$$\left( \frac{d}{d\tau} i_p \right)_{\tau = \frac{\pi}{\omega_s}} = \left( \frac{d}{dt} i_s \right)_{t = \frac{\pi}{\omega_s}} + \left( \frac{d}{dt} i_i \right)_{t = \frac{\pi}{\omega_i}} \quad (b)$$

電流주입식 (a)式을 만족하도록 注入電壓을 決定했으므로 이와 같은 경우에는 전류의 變化率이 2倍로 되어 直接試驗보다 合成試驗이 더 正確하게 된다.

ii)  $t_0 = \frac{\pi}{\omega_s}$ 인 경우

영전류가 주입電流의 1/2 cycle만큼 지연되어 零電流前에 發生하는 Arc에너지가 直接試驗時보다 적어서 덜 正確하게 된다. 즉 消弧에 對한 deionization率이 增加하여 遮斷을 용이하게 할 수 있다. 그러므로 直接試驗과 合成試驗이 같은 正確도를 갖는 시각이 위의 두점 사이에  $\left[ t_0 = \pi \left( \frac{1}{\omega_s} - \frac{1}{\omega_i} \right) \sim \frac{\pi}{\omega_s} \right]$  있다고 가정하는 것은 합당하다.

電壓源回路가 試驗遮斷器와 並列로 連結된 電流注入法에서 주입시각에 따른 電流波형은 그림 8과 같다.

B) IEC에서 추천하는 注入시각은 電壓源電流만의 期間이 그 周波數의 1/4周期이하 (그림 8의 c, d, e)이고 試驗遮斷器의 Arc電壓이 크게 變化하는 期間보다 길어야 한다고 規定하고 있으며, JEC에서는 試驗遮斷器의 Arc電壓이 크게 變化하기 전에 主입하고 電壓源電流만의 期間이 그 周波數의 1/8~1/4周期의 범위로 規定하고 있다.

c) 現在 使用하고 있는 注入電流의 周波數는 250~1,000Hz 범위에 있으며 Arc電壓이 심하게 變化하는 期間을 決定하기 어려울 때 즉 Arc電壓이 零電流까지 거의 一定하거나 꾸준히 증가할 때와 零電流前 Arc電壓이 상당히 긴 時間동안 變化하게 되는 경우의 注入 周波數는 750Hz를 초과하지 않고 가능한 낮은 周波數를 使用한다.

**4. 2-parameter TRV回路的 問題點**

1970년경까지 IEC에서 要求하는 TRV는 近距離線路 故障의 경우에 다중 周波 TRV가 要求되는 外에는 注로 단일 周波 TRV가 規定되었으나 1971년부터는 123KV급 以上の 遮斷器에 대해 4-parameter TRV를 規定하게 되었으며 最近에는 初期 TRV에 對해 새로운 規定을 制定하고자 하는 움직임이 있다.

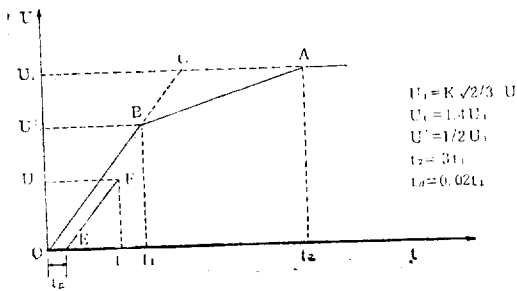


그림 9. 4-parameter TRV 표시법

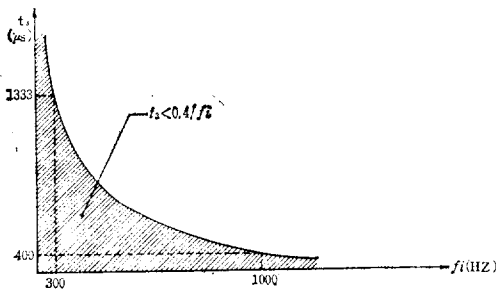


그림 10. 2-parameter TRV의 파고시간 t2와 주입전류주파수 fi의 관계

4-parameter TRV는 (그림 9)에서와 같이 波高值 및 상승율의 下限과 time delay의 上限을 規定하고 있다.

그러나 실제 短絡試驗時 이러한 條件을 다 滿足시키기 위해 試驗回路를 正確하고 効率的으로 準備하는 데는 設備의 複雜性 精密한 制御 正確한 TRV發生 回路構成等의 어려움이 따른다.

IEC에서는 4-parameter TRV를 使用할 수 없는 等價 2-parameter TRV를 並行하여 規定하고 있다. (그림 9의 OCA).

그러나 100KV급 以上の 遮斷器에 對한 모든 TRV의 初期 上昇率은 一定하므로 결국 TRV의 調波數는 定格 電壓에 反比例한다.

따라서 높은 定格電壓에 對해서는 TRV의 調波數가 상당히 낮아지므로 Weil Dobke 回路로는 實現하기가 쉽지 않다.

이것을 簡單히 說明하면 Weil-Dobke回路的 回路定數를 計算하는 過程에서

$$t_3 > \frac{0.4}{f_i} \text{인 경우에}$$

$$C_2 = \frac{C_7 C_1}{C_1 - C_7} < 0$$

여기서  $f_i$ : 電壓源으로부터의 注入電流의 調波數

$C_1$ : 電壓源 Capacitor의 Capacitance

$C_2$ : TRV調定用 Capacitor의 Capacitance.

$$\frac{1}{C_7} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

이 되는 不合理한 경우가 생기므로  $t_3$ 와  $f_i$ 의 關係는 (그림 10)의 사진 部分에 存在해야 된다.

그러나 注入電流의 調波數를 낮추는데도 문제가 있다.

$$C_1 = \frac{1}{L_i \omega_i^2} = \frac{\sqrt{2} I_i}{VC} \cdot \frac{1}{\omega_i}$$

로 表示되므로 調波數가 낮아짐에 따라 Capacitor Bank의 容量이 급격히 增加하는 問題點이 있다.

**5. 4-parameter TRV回路**

**(1) Switched-frequency Synthetic Circuits. (MITSUBISHI).**

이 回路는 回路素子를 變換함으로써 單一調波 TRV를 2개 結合시키는 方法으로 4-parameter TRV를 發生한다.

그림 (12)에서  $E_1$ 은 앞에서 說明한 單一調波 TRV의 一部(B지점까지)이며 B점 以後 低調波 TRV  $E_2$ 가 이어받으므로써 IEC의 4-parameter TRV를 모의

한다.

이 回路는 Weil-Dobke 回路에 보조 Gap  $G_2$ , 저항  $r_2$  및 Capacitor  $C_{e2}$ 가 連結되어  $C_{e2}$ 는  $C_e$ 와 反對極性으로 B점에 해당되는 電壓으로 充電된다.

試驗은 一般의 方法으로 시작되어  $L_0-r_1-C_{e1}-C_e$ 를 통해 最初의 TRV ( $E_1$ )가 供給된다.

TRV가 B점에 이르는 순간 補助 Gap  $G_2$ 가 放電되

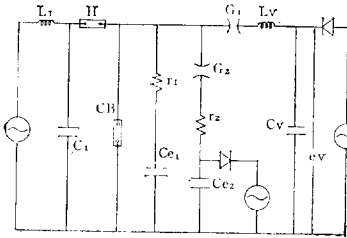


그림 11. Switched Frequency Synthetic Circuit

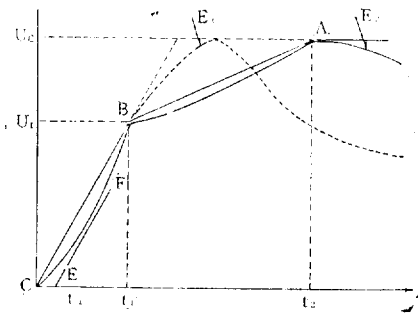


그림 12. (그림 11) 회로의 TRV파형

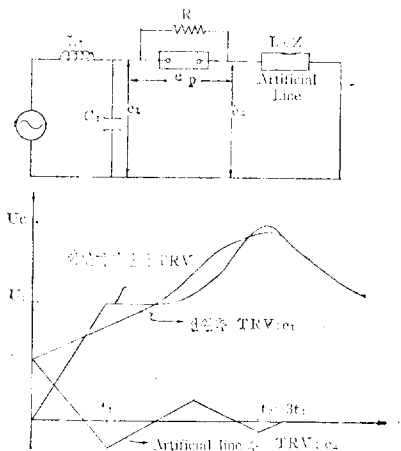


그림 13. S.L.F. 시험회로 및 파형

어  $r_2 C_{e2}$ 가 回路에 並列로 連結되어 B點以後의 TRV ( $E_2$ )가 發生한다.

(2) S.L.F.  $\pi$ -Section利用法 (Toshiba).

Weil-Dobke 回路 單獨으로는 4-parameter TRV를 發生할 수는 없으나 並列 抵抗이 있는 遮斷器에 對한 SLF 試驗回路와 그 TRV 波形 (그림 13)에 착안하여 開發된 回路이다.

다만 앞에서 言及한 直列 回路의 短點을 해소하기 위해서 SLF  $\pi$ -section을 並列로 插入하였다. (그림 14참조)

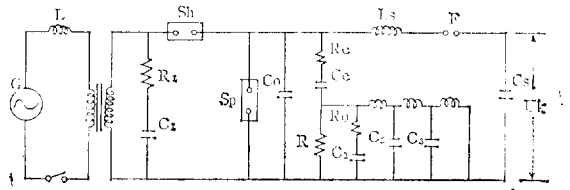


그림 14. S.L.F.  $\pi$ -section을 이용한 회로

특히 time delay에 對해서는  $\pi$ -section의 surge impedance와 같은  $R_0$ 를  $C_1$ 에 直列로 連結하고 適當한  $C_0$ 를 連結하므로써 規定된 time delay 條件을 滿足시킨다.

이 回路는 TRV 初期에  $\pi$ -section으로부터 供給되는 湯尼波가 減殺된 後에는 根本적으로 Weil-Dobke 回路와 同一하므로 Weil-Dobke 回路의 問題點을 해소하지는 못했다.

즉 TRV 周波數가 낮아지면 設備容量이 커지는 短點이 있다.

(3) 3-Circuit Arrangement (Fuji)

지금까지 電流注入法에 依해 4-parameter TRV를

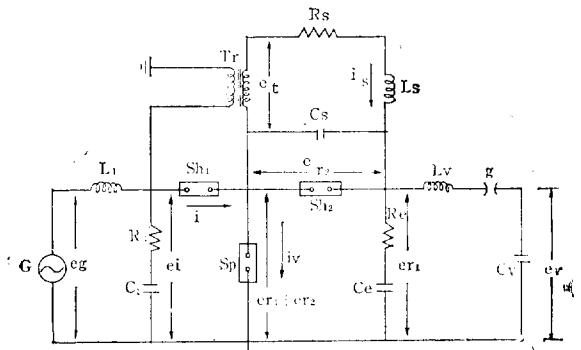


그림 15. 3-Circuit Arrangement

發生하는 試驗回路가 여러가지 開發되었으나 이러한 것이 超高壓 大容量의 遮斷器에 對해 理論적으로 또는

實驗的으로는 可能할지 모르나 앞에서 言及한 바와 같이 TRV의 波高時間이 길어짐에 따라 電壓源으로 사용되는 Capacitor Bank의 容量이 급격히 增加되는 問題가 있다.

이러한 問題를 解決하고 試驗의 等價條件을 維持하면서 費用이 적게드는 (그림 15)의 回路가 開發되었다.

이 回路의 構成은 높은 短絡 電流를 供給하는 回路 注入 電流와 高周波 初期 TRV( $e_{11}$ )을 供給하는 回路, 低周波 TRV( $e_{12}$ )를 供給하는 세 部分으로 構成되어 있으나, 첫째 둘째 回路는 從來의 Weil-Dobke 回路와 同一하며 여기에 세번째 回路를 추가한 것이다.

세번째 回路는 승압變壓器  $T_3$ , 高抵抗  $R$ , inductance  $L_3$ 와 Capacitor  $C_3$ 로 構成되어 있으며 昇壓變壓器는 短絡變壓器를 使用할 수도 있으나 이 回路에 흐르는 電流  $i_3$ 가 約 20A 程度로 아주 작으므로 작은 容量의 다른 變壓器를 使用할 수도 있다.

補助遮斷器  $Sh_3$ 는 큰 電流를 遮斷할 能力은 必要없으나 開極 時間이 빠르며 그 오차 범위가 작아야 하고 接點分離後 絕緣回復이 빠른 特性을 가져야 한다.

이 回路의 重要한 點은 充電電壓  $e_0$ 는 TRV의 初期 波高值  $U_1$ 만을 얻도록 되어 있기 때문에  $U_1$ ,  $t_2$ 에 對한 低調波 TRV를 얻기 위해 必要한 大容量의 Capacitor Bank가 必要없으므로  $C_3$ 의 容量이 低減되는 點이다.

(4) 單一調波回路를 結合한 回路(IREQ).

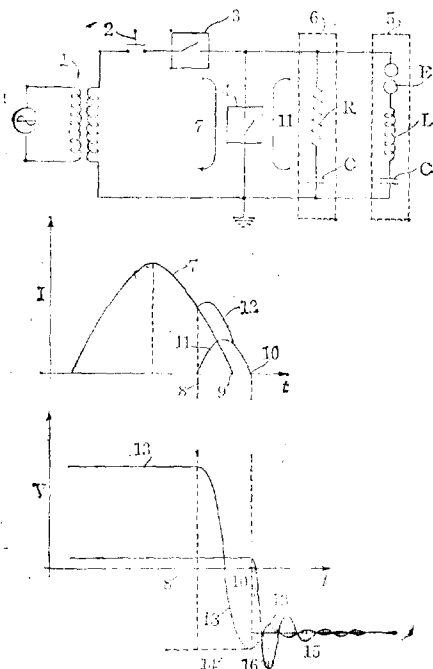


그림 16. Weil-Dobke회로와 結合

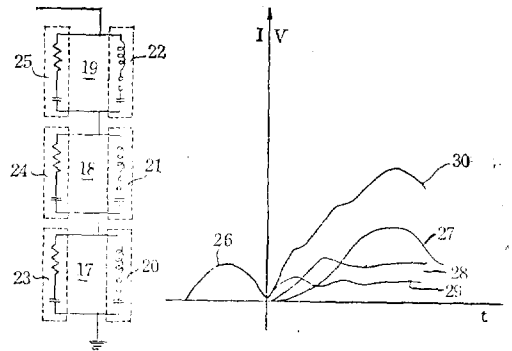


그림 17. 단일주파회로(IREQ)

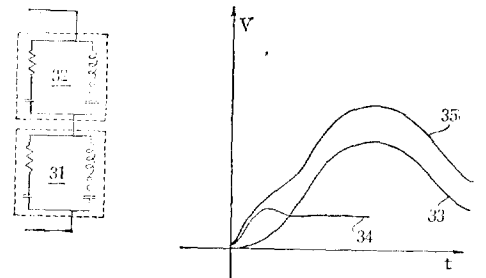


그림 18. 단일주파회로(IREQ)

이 回路는 2-parameter TRV회로로 使用되고 있는 Weil-Dobke회로(그림 16)의 電壓源 回路가 單一調波 TRV를 發生하므로 이러한 單位 回路를 두개 以上 直列로 連結하므로써 簡單히 多重調波 TRV를 얻을 수 있는 것에 착안하여 開發된 回路이다. (그림 17)

이러한 概念으로 構成할 수 있는 回路는 直列로 連結되는 單位回路의 段數에 따라 여러가지가 있겠으나 가장 簡單한 경우로 (그림 18)의 回路를 例로 들어 說明한다.

各 單位回路는 各自 流注入回路와 TRV 調整回路가 並列로 連結되어 있고, 電流注入回路는 充電 Capacitor 와 Reactor가 直列로 連結되어 있으며, TRV 調整回路는 Capacitor와 抵抗이 直列로 連結되어 있다.

各 單位回路의 構成條件은 電流注入回路로부터 供給되는 注入電流가 同一해야 하는 點이다.

즉 各 注入電流의 周波數와 波高值가 同一해야 한다.

이렇게 함으로써 電流注入期間동안 各單位回路 사이에 energy의 交換이 없으므로 回路計算이 용이해진다.

5. 結 論

以上에서 Weil-Dobke 回路및 2-parameter TRV 回路의 問題點을 檢討하고 比較的 簡單한 네가지의 4-

parameter TRV 回路에 對한 기초적인 檢討가 이루어졌으나 現단계에서 各 回路에 對한 回路計算等의 積極적인 檢討를 할 수는 없었고 앞으로 컴퓨터나 TNA 等の 設備를 利用할 수 있을 경우 全般的인 比較檢討를 하고 그것을 바탕으로 우리 研究所의 기존 設備를 最大로 活用할 수 있는 回路를 채택하는 것이 바람직하다.

參 考 文 獻

1. Ushio Tetal; "Consideration of transient recovery voltages in connection with modern circuit breaker testing," IEEE conference Record of the International Symposium on High Power Testing Vol. 1, pp. 33~41.
2. S. Yamashita, N. Miyake, S. Tomimuro, S. Yanabu, A. Kobayashi; "A method of generating four-parameter transient recovery voltage during synthetic tests of large capacity circuit breakers", IEEE PES Winter Meeting, New York, 1978, Paper No. F 78147-1.
3. J. Tomiyama, K. Saijo, H. Nakamura, T. Morita; "New three-circuit arrangement for synthetic testing of high voltage circuit breakers under four-parameter transient recovery voltage."
4. A.D. Stokes, S. Rovell; "Balanced synthetic circuit for high power testing with low frequency transient recovery voltage."
5. M.H. Huizinga, B. Lageman; "Circuit for testing h.v. breakers" Electrical Times, pp. 1047~1049, 27, June 1968.
6. B. Lageman M.N.D. de Vries; "Circuit for testing h.v. breakers" Electrical Times, pp. 59~62, 19, Feb. 1970.
7. IEC Publications 56-2 3rd Edition 1971.
8. St-Jean G; "A method for calculating directly the components of a synthetic circuit for the testing of a.c. circuit breakers" IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems Vol. PAS-93, No. 1. Jan/Feb. 1974. pp. 429~435.
9. St-Jean G; "Multi-frequency tuned h.v. Synthetic circuit for testing circuit breakers", U.s. patent No. 3,867,686, Feb. 18, 1975.
10. Electrical Transients in power Systems by ALLAN GREENWOOD.
11. 電力用 遮斷器 by 中西邦雄.
12. "Synthetic testing of a.c. Circuit breakers" in IEEE Vol. 113, No. 4, April 1966, by J.G.P. Anderson 外 6人.
13. "Synthetic Testing of High Power Circuit Breaker." in IEEE July 21~23, 1973. by M. Murano, To Fujii, S. Yamashitta.
14. "Synthetic Testing of High Power Circuit Breaker" in Electrical Review p. 817~820, 1963 by F.O. Mason.
15. "JEC-181-1971, 交流遮斷器" by 日本電氣學會.
16. "Report on Synthetic Testing of High-Voltage alternating current circuit breakers 427-1973." by IEC.
17. "The Weil-circuit-A Circuit for the Testing of Large circuit Breakers" by Ernst Slam-ecka.