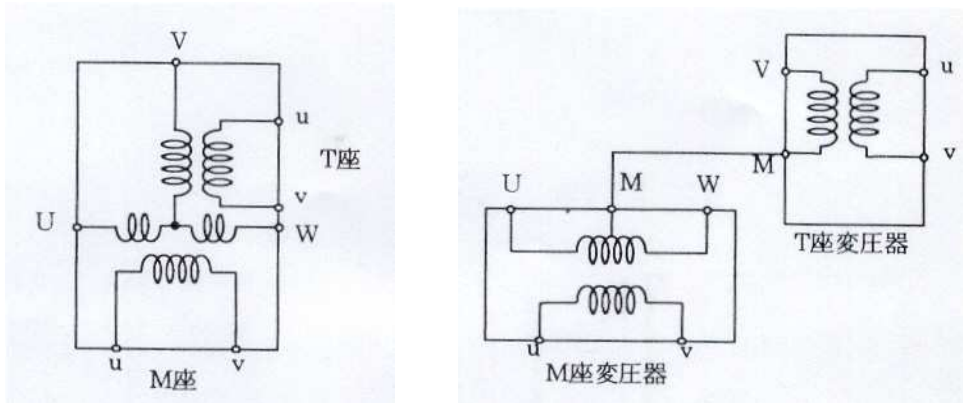


# I . Scott결선변압기

## I Scott결선 변압기

### 1). Scott결선 변압기 개요

Scott결선 변압기는 변전비가 다른 단상 변압기 2대를 그림 1과 같이 접속하여 2차에 vector각이  $90^{\circ}$ 인 2개의 단상 전원을 얻도록한 변압기이다. T상이 M상 권선의 중앙 점에 결선되어 있으므로 T상의 전류가 M상 중앙 점에서 M상 권선좌우에 각각 균등히 흐르므로 M상에는 Ampere-turn수가 같고 방향이 반대인 자속이 발생하여 철심의 자속은 서로 상쇄되므로 T상 전류는 M상에 영향을 미치지 않으므로 T상 임피던스  $Z_T$ 와 M상 임피던스  $Z_M$ 이 같으면 T상과 M상의 전압 강하가 같이 된다.



(a) 3상 일괄 Scott

(b) 단상 외부결선 Scott

그림 1 Scott 결선 변압기 구조

### 2). Scott 결선 변압기 권선 Turn 수와 전류 분포

변압기의 M상 1차 권선수를  $N$ , 2차 권선수를  $n$ 라 하면 M상, T상의 1, 2차 권선 수는 다음 표와 같다.

구 분	1차 권선 수	2차 권선 수	비고
M좌 변압기	$N$	$n$	
T좌 변압기	$0.866N^{1)}$	$n$	

주 1)  $0.866N = \frac{\sqrt{3}}{2}N$

그림 2에서 보는 바와 같이 Scott결선 변압기라 함은 1, 2차 권선 비가  $N:n$ 인 단상 변압기(M좌 변압기) 1대와 권선 비가  $0.866N:n$ 인 단상 변압기(T좌 변압기) 1대를 M좌 변압기 1차 권선의 중앙점 O에 T좌 변압기 권선을 T형으로 결선한 변압기를 말한다. 따라서 M상 변압기는 1, 2차가 동일한 철심에 감겨 있으므로 변압기 여자 Impedance를 무시하면 그 전압은 1, 2차 동상이 되고, T상 변압기 1, 2차도 동상이 된다. 즉 M상의 2차 전압  $V_M$ 은

변압기 1 차 BC 선간 전압  $V_{bc}$  와, 또 T 상의 2 차 전압  $V_T$  는 A 상 1 차의 상 전압  $V_a$  와 동상이 된다.

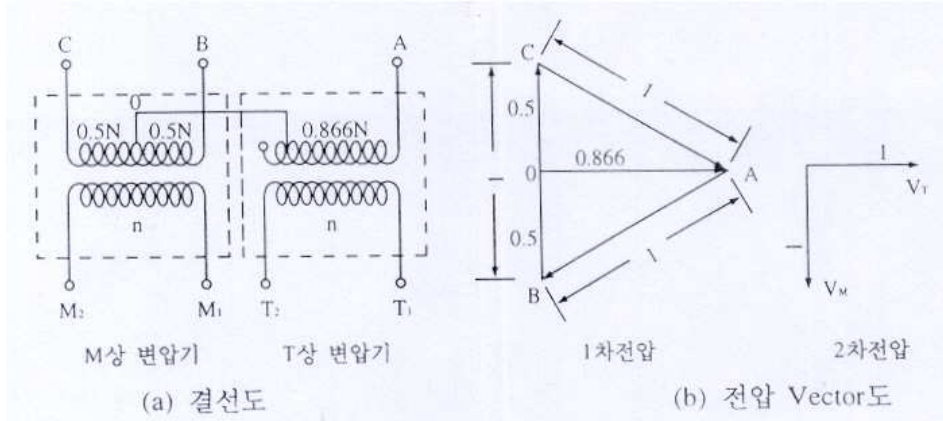


그림 2 Scott 결선과 전압 Vector 도

M 상 2 차 전압  $V_M$  은  $V_{bc}$  와 동상, T 상 2 차 전압  $V_T$  는  $V_a$  와 동상이므로  $V_M$  과  $V_T$  는 Vector 상으로  $90^\circ$  가 된다.

따라서 A 상을 기준 vector 로 했을 때

$$V_{ca} = V_a + j\frac{1}{2}V_{bc} = 0.866V_{bc} + j0.5V_{bc}$$

$$|V_{ca}| = \sqrt{0.5^2 + 0.866^2} \quad |V_{bc}| = |V_{bc}| = |V_{ab}|$$

상차각은 A 상을 기준 vector 로 했을 때  $V_a$  와  $V_{bc}$  는  $90^\circ$  이고  $V_a$  와  $V_{ab}$  가  $30^\circ$  임으로  $V_{bc}$  와  $V_{ab}$  는  $120^\circ$  가 되고 같은 이유로  $V_{bc}$  와  $V_{ca}$  또  $V_{ca}$  와  $V_{ab}$  는 각각  $120^\circ$  가 됨으로 1 차 전압은 3 상 평형을 이루는 것을 알 수 있다.

## 2) 전류의 분포

위에서 보는 바와 같이 기준 Vector 를  $V_a$  로 하고 부하 역율을 1 이라 할 때 M 상 2 차 전류를  $I_M$ , T 상 2 차 전류를  $I_T$ , 각 좌의 1 차 환산 전류를  $I_{1M}$ ,  $I_{1T}$  라 하면 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$I_{1M} = \frac{n}{N} \times I_M, \quad I_{1T} = \frac{2}{\sqrt{3}} \times \frac{n}{N} \times I_T = 1.1547 \times \frac{n}{N} \times I_T$$

이제 A 상을 기준 Vector 로 하고 M, T 상에 같은 크기의 부하가 걸렸을 때 변압기의 각상 1 차 전류를 계산하여 보면

A 상 전류;	M 좌에 의한 전류	0
	T 좌에 의한 전류	$I_{1T} = \frac{n}{0.866N} \times I_T = 1.1547 \times \frac{n}{N} \times I_T$

B 상 전류; M 좌에 의한 전류  $I_{IM} = -jI_M \times \frac{n}{N}$   
T 좌에 의한 전류  $I_{IT} = -\frac{1.1547}{2} \times \frac{n}{N} \times I_T = -0.577 \times \frac{n}{N} \times I_T$   
 $\therefore I_b = (-0.577I_M - jI_M) \times \frac{n}{N}$   $|I_b| = \frac{n}{N} \times I_M \times \sqrt{1 + 0.577^2} = 1.1547I_M \times \frac{n}{N}$   
vector 각은  $270^\circ - \tan^{-1}0.577 = 240^\circ$

C 상 전류; M 좌에 의한 전류  $I_{IM} = jI_M \times \frac{n}{N}$   
T 좌에 의한 전류  $I_{IT} = -\frac{1.1547}{2} \times \frac{n}{N} \times I_T = -0.577 \times \frac{n}{N} \times I_M$   
 $\therefore I_c = (-0.577I_M + jI_M) \times \frac{n}{N}$   $|I_c| = \frac{n}{N} \times I_M \times \sqrt{1 + 0.577^2} = 1.1547I_M \times \frac{n}{N}$   
vector 각은 A 상을 기준으로 할 때  
 $90^\circ + \tan^{-1}0.577 = 90^\circ + 30^\circ = 120^\circ$

즉 M 상, T 상이 평형 부하일 때에는 변압기 1 차 전류는 그 크기가 같고  $120^\circ$  씩 상차 각이 발생함으로 3 상 평형이 됨을 알 수 있다.

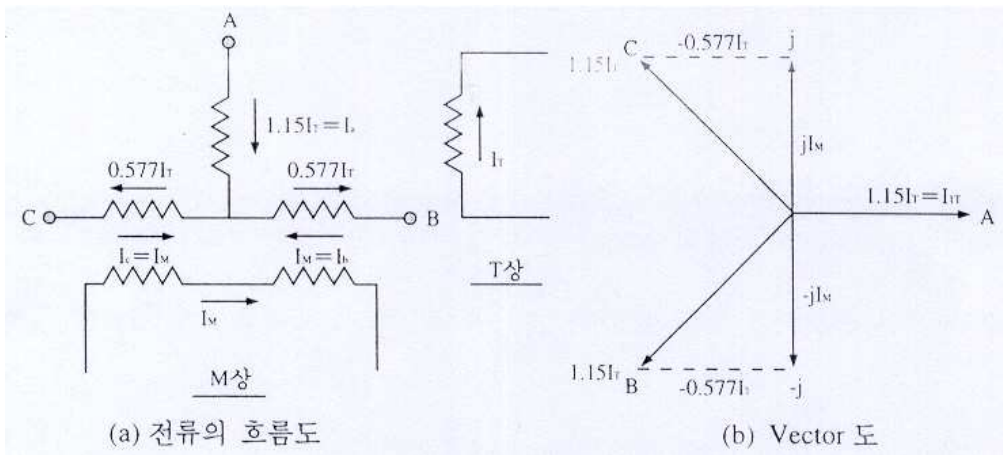


그림 3 Scott 결선 변압기의 전류

Scott 결선 변압기에 있어 M 상, T 상에 각각 불평형 부하가 걸려 있을 때의 1 차 측 전류 또한 불평형이 된다. 극단적인 예는 M 상 또는 T 상에만 부하가 걸려 있을 때로 이와 같은 경우를 검토하여 보면 다음과 같다. 편의상 1 차 2 차 권선비를 1:1, 2 차 정격 전류를 1pu, A 상을 기준 vector 로 할 때

M 상에만 부하가 걸린 경우

$$I_{1M}=I_M=-j$$

$$I_{1T}=I_T=0$$

$$\therefore I_a=0$$

$$I_b=-I_c=-j$$

T 상에만 부하가 걸린 경우

$$I_{1M}=I_M=0$$

$$I_{1T}=\frac{2}{\sqrt{3}}I_T=1.1547I_T$$

$$I_a=1.1547$$

$$I_b=I_c=-0.577$$

위의 결과를 정리하면 아래 표와 같다.

표 1 Scott 결선 변압기의 전류비

구 분	2 차		1 차		
	M 상	T 상	A 상	B 상	C 상
M, T 좌 평형부하	j	1	$1.1547 \angle 0^\circ$	$1.1547 \angle 240^\circ$	$1.1547 \angle 120^\circ$
M 좌만 전부하시	-j	0	0	-j	j
T 좌만 전부하시	0	1	1.1547	-0.577	-0.577

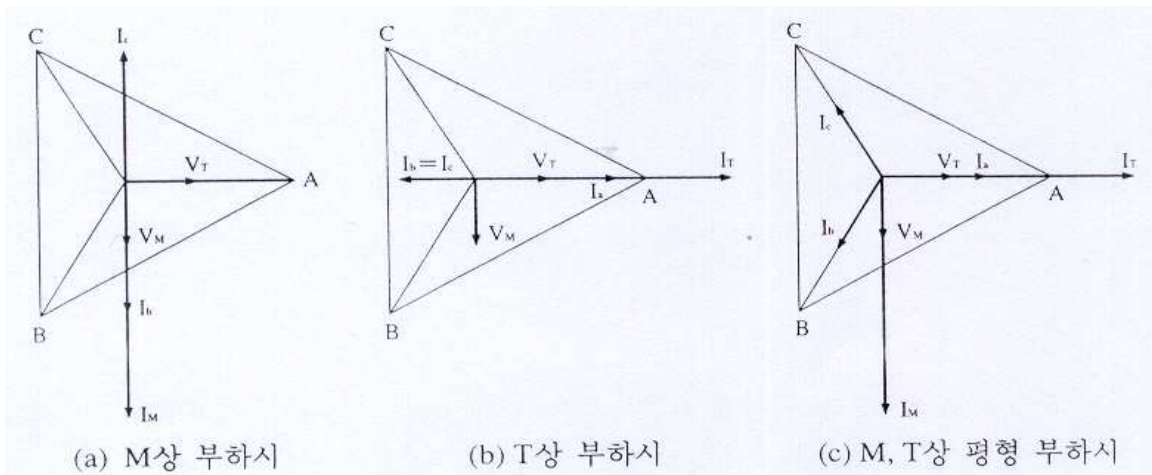


그림 4 전류 Vector 도

### 3. 3 상 전원과 Scott 결선 변압기의 임피던스

Scott 결선변압기는 2 차가  $90^\circ$  상차가 발생하는 단상 이므로 변압기 임피던스를 다음과 같이 계산한다.

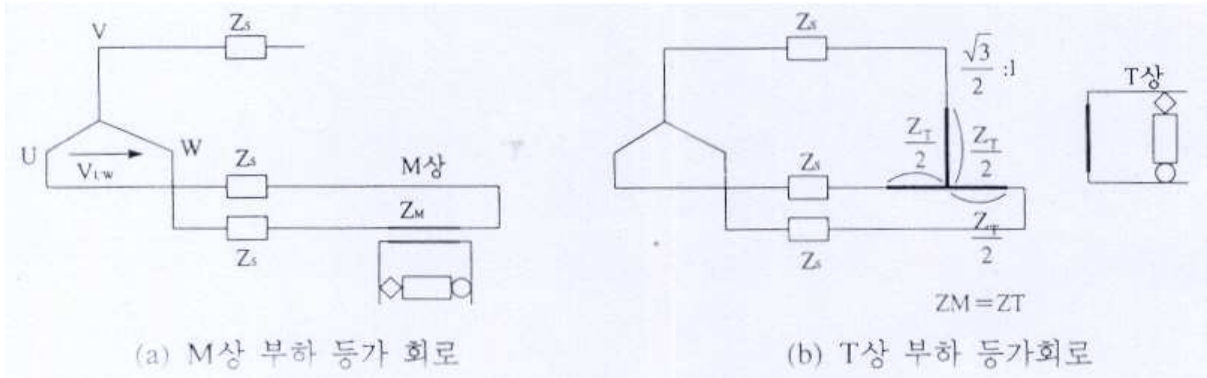


그림 5 Scott 결선 변압기의 임피던스

① M 상 부하

그림에서 보는 바와 같이 단상이므로 전원 임피던스는 직렬로 연결되어 2 배가 된다.

$$Z = 2Z_S + Z_M$$

② T 상 부하

T 상은 1 차 권선과 2 차 권선 비가  $\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$  이고 또 T 상에 흐르는 전류의 절반이 M 상의 반쪽 권선으로 흘러 나가므로 그림 4 의 등가 회로(b)에서 T 상 전압  $V_T$ 는 다음식으로 구하여 진다.

$$\begin{aligned} V_T &= \left\{ \left( Z_S + \frac{Z_T}{2} \right) \cdot \frac{2I_T}{\sqrt{3}} + \left( Z_S + \frac{Z_T}{2} \right) \cdot \frac{I_T}{\sqrt{3}} \right\} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} \\ &= \left( 2Z_S + Z_T + Z_S + \frac{Z_T}{2} \right) \cdot \frac{2I_T}{3} = \left( 3Z_S + \frac{3Z_T}{2} \right) \cdot \frac{2I_T}{3} \\ &= (2Z_S + Z_T) \cdot I_T \end{aligned}$$

따라서 선로 임피던스  $Z$  는

$$Z = \frac{V_T}{I_T} = 2Z_S + Z_T$$

가 되며 T 상도 M 상과 마찬가지로 전원 임피던스의 2 배가 된다. Scott 결선 변압기에 있어서는 M 상과 T 상의 전압과 전류가 서로 같으므로 M 상과 T 상의 권선 임피던스는  $Z_M = Z_T$ 가 된다.