



Q

수변전실 내 부하 불평형

상 불평형이 생기면 N상에 불평형 전류가 흘러 ACB가 차단된다고 배운 것으로 기억합니다. 수변 전실 내 380[V] ACB 1개소의 부하 전류 값이 A상 745[A], B상 588[A], C상 401[A]입니다. 현재 이 정도의 불평형 상태라면 ACB가 차단 될 가능성이 높은 건지 궁금합니다. 더불어 제가 알고 있는 것 이외에 다른 문제가 생길 수 있는지 궁금합니다.

A

1. ACB가 OCBR 내장 타입인지 확인이 필요합니다. 3상4선식 ACB 중 예전에 생산된 제품은 대부분 3CT 방식 잔류회로에 OCBR이 설치되어 있으며 이 경우 불평형 부하에 의해 차단기가 트립되는 사례가 종종 발생하고 있습니다. 대부분 저압 지락전류 크기를 상전류의 30% 정도 설정을 하는데 고조파 부하 비율이 높을수록 상불평형과 상관없이 N상전류가 과다하게 흘러 지락계전기 오동작할 수 있습니다. 최근에는 이러한 문제를 해결하기 위하여 4CT 방식 ACB가 출시되고 있으며, 4CT 방식은 지락 고장 전류에는 동작하지만 불평형 부하 전류 및 고조파성 전류에는 오동작하지 않는 방식입니다. 아울러 내선 규정에서는 3상의 설비 불평형률은 30% 이하로 하도록 명시되어 있습니다.

2. 질의에서 각상전류가 역상분에 의한 불평형이라면 ACB가 동작할 우려는 거의 없습니다. 그러나 영상분이 포함된 불평형이라면 ACB가 동작할 우려가 높습니다. 질의에 절대값만 주어졌고 위상각이 없어서 영상분 전류를 알 수 없습니다. 각상의 위상을 알 때 영상전류  $I_0 = 1/3(I_a + I_b + I_c)$ 에 의하여 계산할 수도 있고 Clamp Meter로 중성선 전류를 측정하여도 알 수 있습니다. 현재 대부분의 빌딩은 컴퓨터 등 영상 고조파를 포함한 비선형부하를 많이 사용<sup>1)</sup>하므로 중성선에는 각 상에 흐르는 전류보다 큰 전류가 흐르게 됩니다.

【표 1】 컴퓨터 고조파 전류 측정

POWERPROFILER SITE Aus 05 2000 (Fr1)					
PHASE A CURRENT SPECTRUM 4:04:10 PM					
Fundamental amps: 385 mA rms					
Fundamental freq: 60.0 Hz					
HARM	PCT	SINE PHASE	HARM	PCT	SINE PHASE
FUND	100.0%	-	2nd	0.6%	-78
3rd	31.7%	120	4th	0.5%	-99
5th	13.0%	180	6th	0.5%	-181
7th	4.5%	120	8th	0.4%	-36
9th	2.3%	180	10th	0.3%	-116
11th	1.1%	120	12th	0.2%	-130
13th	1.0%	180	14th	0.2%	130
15th	1.0%	120	16th	0.2%	130
17th	1.0%	180	18th	0.2%	130
19th	0.9%	120	20th	0.2%	130
21st	0.9%	180	22nd	0.2%	-130
23rd	0.8%	120	24th	0.2%	-130
25th	0.8%	180	26th	0.2%	130
27th	0.8%	120	28th	0.2%	130
29th	0.8%	180	30th	0.2%	130
31st	0.8%	120	32nd	0.2%	130
33rd	0.8%	180	34th	0.2%	130
35th	0.8%	120	36th	0.2%	130
37th	0.8%	180	38th	0.2%	130
39th	0.8%	120	40th	0.2%	130
41st	0.8%	180	42nd	0.2%	130
43rd	0.8%	120	44th	0.2%	130
45th	0.8%	180	46th	0.2%	130
47th	0.8%	120	48th	0.2%	130
49th	0.8%	180	50th	0.2%	130
ODD	128.9%		EVEN	1.3%	
THD:	128.8%				

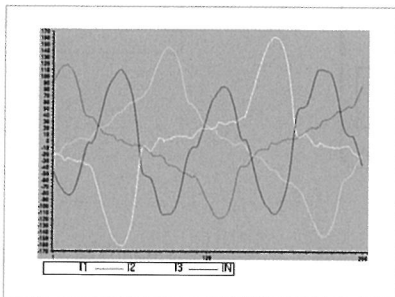


$$\begin{aligned}
 IN3 &= IR3 + IS3 + IT3 = I\sin 3\omega t + I\sin 3(\omega t - 120^\circ) + I\sin 3(\omega t - 240^\circ) \\
 &= I\sin 3\omega t + [(I\sin 3\omega t) - (I\sin 3 \times 120^\circ)] + [(I\sin 3\omega t) - (I\sin 3 \times 240^\circ)] \\
 &= I\sin 3\omega t + [(I\sin 3\omega t) - (I\sin 360^\circ)] + [(I\sin 3\omega t) - (I\sin 720^\circ)] \\
 &= 3 \times I\sin 3\omega t
 \end{aligned}$$

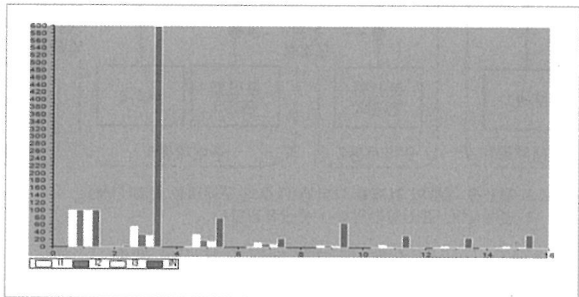
[표1]의 측정값을 보면 기본파 전류가 385mA 인데 제3고조파 전류는 기본파의 91.7%, 제9고조파 전류는 23.9%로 기본파 보다 큰 영상분 고조파가 흐르고 있습니다.

3. 만약 영상고조파가 포함된 불평형 전류가 흐르게 되면 지락과전류계전기(OCGR)가 동작하여 차단기가 동작하게 됩니다. 아래 측정 데이터에서와 같이 중성선에 흐르는 전류가 각 상에 흐르는 전류와 유사하며 중성선 전류는 주로 제3고조파, 제9고조파 등 영상고조파가 주로 차지하고 있습니다. 이러한 전류는 지락과전류계전기의 동작을 일으키게 됩니다.

구분	상	전류 (A)	종합왜형율 I THD(%)	각상 차수별 고조파전류(A)				
				lth1	lth3	lth5	lth7	lth9
I THD (%)	R	71.26	66.31	59.31	32.280	19.740	7.788	3.536
	S	57.41	40.50	53.09	17.880	9.732	5.495	2.749
	T	71.67	35.99	67.33	20.630	9.858	6.560	3.624
	N	71.02	500.00	10.84	68.600	9.128	2.500	7.840



【각상 전류파형】



【각상 고조파전류(%)】