

Q1

차단기 트립

다름이 아니오라 3상 20[A] 차단기에서 분기하여 3상 100[A] 동력용 차단기 1개 그리고 단상 20[A] 누전차단기 10개가 연결되어 있습니다. 20[A] 차단기중 한곳에 전기판넬 부하가 연결되었는데 가끔 차단기가 트립됩니다. 누전확인을 해본결과 누전은 없구요, 클램프 메터로 측정해본결과 19[A] 정도가 나오네요.

단상 20[A] 차단기도 가끔 트립되고, 또 가끔은 3상 20[A] 차단기도 트립됩니다.
원인이 무엇인지 답변 바랍니다.

A1

3상 20[A] 차단기에서 분기하여 3상 100[A] 동력용 차단기와 20[A] 누전차단기가 연결되어 있다면, 메인 차단기 용량 산정이 잘못 된 것으로 사료되며 용량을 더 키우셔야 합니다.

누전차단기는 정격감도전류 이상 누설전류가 흐르거나 차단기 정격전류 이상의 전류가 흐르게 되면 차단이 되며, 위에서 19[A]가 흐른다고 했으나 차단기가 트립될 당시의 전류가 20[A]이상 흘렀을 가능성이 있습니다. 3상 차단기도 부하 변동의 트렌드를 체크해 보시기 바랍니다.

덧붙여 고조파도 차단기를 오작동 시키는 원인이 될 수 있으므로 부하설비 중 고조파를 발생시키는 부하가 있는지 확인 바랍니다.

Q2

고조파 판단 기준

얼마전 전기안전공사에서 전원품질 분석 하였습니다.

6,600[V]/440[V] 변압기 부하 분석결과 고조파가 높은 것 같은데 전기안전공사는 판단기준에 기준 없으므로 되어있네요.

	최 대	최 소
전류 THD	28.339%	18.332%
전류 3고조파	4.80%	0.96%
전류 5고조파	24.79%	15.69%
전류 7고조파	12.17%	6.46%
전류 9고조파	0.74%	0.02%
전류11고조파	6.84%	3.36%

이상 없는 것 맞는지요?

그리고 고조파 판단기준과 판단기준 보는 방법 알려주세요.

A2

고조파 관리기준은 다음과 같습니다.

1. 종합 고조파 왜형률 (THD : Total Harmonics Distortion)

전압(전류) THD는 다음 식에서와 같이 고조파 전압(전류)실효치와 기본파 전압(전류) 실효치의 비로서 나타내며, 고조파 발생의 정도를 나타내는데 사용된다.

$$V_{THD} = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}}{V_1} \times 100\%$$

여기서, V_1 : 기본파전압, V_2, V_3, \dots, V_n : 각 차수별 고조파전압

$$I_{THD} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}}{I_1} \times 100\%$$

여기서, I_1 : 기본파전류, I_2, I_3, \dots, I_n : 각 차수별 고조파전류

2. 전압 THD 규정

▶ IEEE Std. 519

Bus Voltage at PCC	Individual Voltage Distortion(%)	Total Voltage Distortion THD(%)
69kV and below	3.0%	5.0%
69.001kV through 161kV	1.5%	2.5%
161.001kV and above	1.0%	1.5%

▶ 한국전력공사 전기공급 약관

전압	계통	지중선로가 있는 S/S에서 공급하는 고객		가공선로가 있는 S/S에서 공급하는 고객	
	항목	전압왜형률(%)	등가방해전류(A)	전압왜형률(%)	등가방해전류(A)
66KV 이하		3	-	3	-
154KV 이상		1.5	3.8	1.5	-

3. 고조파 전류 관리기준

▶ IEEE Std. 519(120V~69,000V, 단위:%)

SCR=ISC/IL	Individual Harmonic Order(Odd Harmonics)					TDD
	<11	11<h<17	17<h<23	23<h<35	35<h	
<20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20-50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50-100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100-1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

*작수 고조파의 관리기준은 상기 홀수 고조파의 25% 이내

ISC : 3상 단락전류, IL : 기본파 전류, h : 고조파 차수

TDD (Total Demand Distortion) :
$$TDD = \frac{I_{THD}}{I_{PEAK} (15 \text{ or } 30\text{min})}$$

A2

▶ 일본 「고조파 억제대책 Guide Line」

수용가 계약전력 1kW당 고조파 유도전류 상한치(mA/kW)

수전전압	5차	7차	11차	13차	17차	19차	23차	23차초과
6.6kV	3.5	2.5	1.6	1.3	1.0	0.9	0.76	0.70
22kV	3.5	2.5	1.6	1.3	1.0	0.9	0.76	0.70
154kV	3.5	2.5	1.6	1.3	1.0	0.9	0.76	0.70

4. 고조파 전류 허용한도(국내 기준)

▶ KSC 4310 : 무정전 전원장치(UPS) - 1999년 개정판에 신설

구 분		전류THD(%)				
		무부하	25%부하	50%부하	75%부하	100%부하
UPS입력(1차)	단상	15% 이하				
	삼상					
UPS출력(2차)	단상	5% 이하				
	삼상					

▶ KSC 8100 : 형광램프용 전자식 안정기

구 분	전류THD(%)
低 고조파 함유형	20% 이하
高 고조파 함유형	30% 이하

고조파 관련 규정을 보면,

한전 전기공급 약관에 공급되는 전기 품질에 관한 고조파 기준을 정해 놓고 있으며, KSC 4310 무정전 전원장치(UPS)에 보면 UPS의 입력과 출력에서의 고조파 전류 허용한도를 규정해 놓고 있습니다.

KSC 8100 형광램프용 전자식안정기에 역시 전자식 안정기의 허용전류 고조파 기준을 정해놓고 있습니다.

하지만 질의에서 언급한 변압기 2차측 부하의 고조파 허용기준에 대한 규정은 없으며, 고조파로 인한 영향으로 변압기 출력감소(변압기 이용률 저하)가 발생하고 중성선에 고조파 영상전류 유입으로 과열 발생 및 변압기 진동, 소음발생, 역률 저하 등의 원인이 발생할 수 있으므로 이러한 문제를 예방하기 위해서 고조파를 적정수준으로 제한할 필요성이 있다고 하겠습니다.

