

수동필터와 능동필터를 이용한 고조파 저감 대책에 관한 연구

(A Study on the Harmonic Elimination used Passive filter and Active filter)

김정한* · 강태은 · 고영곤 · 김길영 · 최홍규

(Jung-Han Kim · Tae-Eun Kang · Young-Kon Ko · Kil-Yung Kim · Hong-Kyoo Choi)

요 약

최근 전력변환 응용 기기의 사용증가로 비선형 특성부하에 의한 고조파가 상당히 발생하고 있으며, 고조파에 의한 영향이 심각한 수준에 이르고 있다. 또한, 에너지 절약을 위하여 설치한 인버터에 의하여 고조파가 오히려 역률이 기대치 이하로 저하되는 현상을 초래한다. 따라서 본문에서는 산업현장에서 발행하는 고조파 장해를 조사(실측)하여 그 계통의 정확한 고조파를 분석하고 이를 바탕으로 고조파 성분에 따라 Filter를 이용한 고조파 저감 대책을 시뮬레이션을 통하여 구현하며, 저감된 개선사례를 중심으로 제시하였다.

1. 서 론

최근에 우리 나라에서는 고조파 장해에 대한 관심을 갖고 연구를 추진하고 있으나, 사회적인 인식부족으로 연구 결과는 아직까지 미흡한 실정이다. 현대사회는 과거와 달리 고도의 산업화와 반도체소자를 이용한 응용기기의 다변화로 전력 품질의 질적 향상이 더욱 요구되고 있으며, 전력 품질의 질을 결정하는 요인으로는 여러가지(전압 강하, 플리커, 순간정전, 서어지 등)가 있다. 그 중에서도 고조파 장해 문제는 전기기기의 수명과 효율에 직접적인 영향을 미치는 중요한 문제로 전원의 특성, 간선 등에 의하여 발생할 수 있으나 전력계통에서 발생하는 고조파는 Thyristor와 같은 비선형 전력변환장치에서 발생하는 일정 패턴의 예측 가능한 특정고조파와 Arc 또는 방전 조명기기 등에서 발생하는 불규칙한 특정고조파의 두 가지로 대별된다. 최근에는 반도체를 사용한 전기기기의 대량 보급과 각종설비의 자동화에 따라 전기사용 기기에서의 고조파 발생이 점차 확대되고 있는 추세에 있으며, 고조파에 의한 장해는 전기의 질적 향상측면에서의 문제점은 물론 전기사용자 보호라는 면에서 매우 중요한 의미를 가진다. 본 논문에서는 산업 현장에서 발생하는 고조파 장해를 조사(실측)하여 그 계통의 정확한 고조파 분포 및 분석을 한 후, 시뮬레이

션을 통하여 필터를 이용한 고조파 성분에 따라 고조파 저감대책의 방법을 구현함으로써 계통의 안정성 확보와 그 결과를 비교, 분석, 제시하였다.

2. 고조파의 일반사항

2.1 고조파의 개념

전력분야에서 상용주파수(60Hz)보다 높은 주파수를 일반적으로 고조파라고 한다. 전압이나 전류의 파형은 정현파인데 어떤 원인에 의하여 파형이 왜곡되면 왜형파가 되며 '비정현 주기파'라고 한다. 그래서 전력변환 응용기기에 정현파 전압을 공급하더라도 부하 기기에 흐르는 전류파형은 비정현파가 된다. 주기적으로 연속되고 있는 이러한 비정현파는 정현파 공급전압과 같은 기본파 성분과 그 정수배의 주파수 성분이 합성된 것으로서 기본파에 대해 정수배의 성분이 합성된 것을 총칭하여 고조파(Harmonic)라 한다.

2.2 고조파 발생원의 종류 및 발생원인

고조파 전류의 발생원은 대부분 전력전자소자(Power Electronics : Diode, SCR 등)를 사용하는 기기에서 발생되며 표. 1과 같다.

표.1 고조파 발생원의 종류 및 발생원인

발생원의 종류	발생원인
유도전동기	Slot의 구조에 기인한 고차고조파. 철심포화에 따른 저차 고조파 특히 5고조파가 크다.
변압기	계통전체에서 많이 함유하고 있는 것은 철심포화에 기인한 제5조파이며 발생량으로, 가장 많은 것은 제3조파지만, 3배수 고조파는 영상분으로 선전선에서 순환전류로 소비됨.
형광등 자기증폭기 등의 기기	인버터조명에 의한 고조파 발생.
아크로등의 전기로	용해되는 기간동안 3상단락, 2상단락 혹은 아크등에 의해 극단적인 변동으로 고조파 전류 발생.
직류 모터 전원 VVVF/CVCF 인버터 전철용정류기 OA기기	사이리스터등의 정류소자 스위칭동작으로 인하여 전압, 전류파형을 왜곡시킴.

2.3 고조파가 각기기에 미치는 영향

고조파가 기기에 미치는 영향은 표2와 같이 분류할 수 있다.

표. 2 각기기에 미치는 영향

기기명	영향
전력용 콘덴서 및 직렬리액터	공진 현상으로 고조파 전류에 의해 회로의 임피던스가 감소하여 과대전류가 유입됨에 따라 과열, 소손, 진동, 이상소음 발생.
케이블	고조파 전류에 의해 과열
변압기	1) 고조파전류에 의해 철심의 자화현상으로 소음 발생, 손실 증가. 2) 고조파 전류, 전압에 의해 철손, 동손의 증가와 함께 용량 감소.
유도전동기	1) 고조파 전류에 의해 정상 진동 토오크 발생에 의해 회전수의 주기적 변동 2) 철손, 동손등의 손실 증가.
보호계전기	고조파 전류, 전압에 의해 설정레벨의 초과 또는 위상변화에 따른 오동작, 각종 계기오차 증대
전력 퓨즈	과대한 고조파 전류에 의해 용단
배선용 차단기	과대한 고조파 전류에 의해 오동작
정류기등의 각종 제어장치	제어신호의 위상 착오에 의한 오제어

형광등	고조파 전류에 의해 임피던스가 감소하여 과대전류가 역률개선용 콘덴서나 초크 코일 흐름에 따른 과열, 소손
통신선	전자유도에 의해 잡음 발생
음향기기	1) 고조파 전류, 전압에 의한 다이오드, 트랜지스터, 콘덴서등의 고장, 수명의 저하, 성능의 열화 2) 잡음, 영상의 어긋거림.
부하집중 제어장치	제어신호의 혼란에 의한 수신기의 오동작, 오부동작
배선용 차단기	과대한 고조파 전류에 의한 오동작
비상용 발전기	회전자 제동권선의 과열, 소손 및 계자권선의 과열

3. 고조파 대책

3.1 일반적인 대책

고조파 전류가 상한치를 초과하는 경우에는 고조파 유출전류를 저감하여 상한치 이내로 억제하기 위한 대책이 필요하다. 이러한 억제 대책에는 기기로부터 발생하는 고조파 전류 등을 저감시키는 방법과 기기로부터 발생한 고조파 전류를 분류시켜 유출전류를 저감시키는 방법으로 크게 2 종류로 대별할 수 있으며 표. 3과 같이 여러 방법을 고려 할 수 있다.

표. 3 일반적인 고조파 저감대책

장소에 따른 분류	대책
발생원	1)Filter 설치 ①수동 Filter ②능동 Filter 2) 리액터 설치 3) 콘덴서 설치 (고압측 또는 저압측) 4) 변환기의 다펄스화
계통	1) 계통분리 2) 전용선화 3) 전원 단락용량 증대
피해기기	장해기기의 고조파 내량증가 (직렬리액터, 전력용 콘덴서의 운용개선)
예비전원	1) 발전기 제동 권선의 전류 내량 증가 2) UPS, 차단기, 변압기, 간선 용량등을 여유있게 설계

3. 2 고조파 저감을 위한 Filter 설치

3. 2. 1 고조파 필터(Filter)의 목적

고조파 필터의 목적은 고조파 전류, 전압을 제거하는데 있고 계통에 유입되는 것을 방지하는 경우 관련주파수에 대해 큰 임피던스를 갖는 인덕터와 콘덴서의 병렬회로로 구성된 직렬필터를 이용하여 줄일 수 있으며 필터링은 전류가 흐르는 방향을 전환시키거나 경로를 짧게 또는 전류의 흐름을 차단함으로써 이루어진다고 할 수 있다. 전류의 흐름을 바꾸는 것은 고조파에 대해서 낮은 임피던스를 갖는 일종의 공진분로를 형성함으로써 가능하고 이것은 선로와 대지간에 R-L-C 직렬회로를 설치하는 방법이다.

효과적인 필터링에는 피이더(Feeder)의 주파수 응답을 변환하는 적절한 무효성 소자를 사용하는 방법도 있으나 공진 확대에 의해서만 발생하는 경우에는 이 방법을 이용하는 것이 바람직하다.

3. 2. 2 Filter 규정

필터의 크기는 기본파 주파수에서 필터가 공급하는 무효전력에 따라 결정한다. 이는 콘덴서에서 공급하는 기본파 무효 전력과 실제로 동일하다.

필터분로의 전체 크기는 고조파 발생원의 무효 전력 요구량과 이 요구량이 얼마만큼 교류계통에 유입하는가에 따라 결정된다. 이상적으로 필터를 설계하려면 파형의 왜곡(통신선 장애 포함 : 제거하기 가장 어려움)에 의한 모든 악영향을 제거해야 하겠지만, 이는 기술적, 경제적 이유에서 불가능하다. 기술적인 측면에서 보면, 교류계통의 고조파 발생량을 사전에 알아내는 것은 매우 어려운 일이다. 경제적인 관점에서 보면 통신선에 영향을 미치는 고조파 제거는 통신 계통측에서 예방책을 세우는 것이 더욱 바람직하다. 좀더 실제적인 방안은 고조파 전압, 전류에 의해 문제가 확산되기 때문에 수용가와 공동으로 문제를 해결하는 것이다.

3. 3 수동 필터 설치 (Passive Filter)

수동 필터(Passive Filter)는 고조파 전류를 바이패스하기 위해 콘덴서와 리액터를 직렬로 조합시켜 특정차수에 대하여 저 임피던스 분포를 만들어 주는 것으로 그림 1과 같이 저차형 고조파 저감을 위한 Band-pass

Filter와 고차형의 High-pass Filter 등을 구분되며 그림. 2와 같은 임피던스 특성을 가지고 있다.

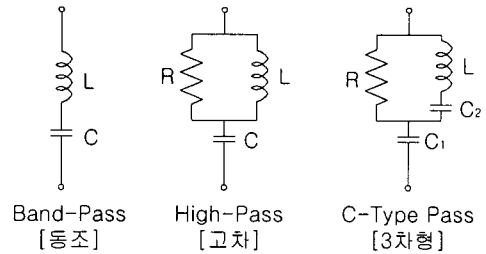


그림 1 수동 필터(Passive Filter)의 종류

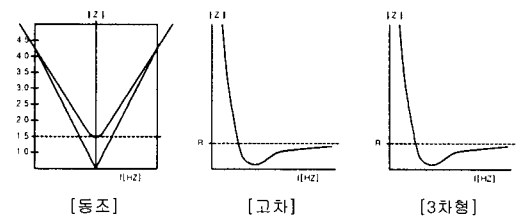


그림 2 수동 필터(Passive Filter)별 임피던스 특성

수동필터는 용량선정시 계통에 필요한 무효분(콘덴서 용량)을 구하고 각 조파별로 필요한 콘덴서 용량으로 분배한 후 고조파 차수에 따라 용량에 맞는 리액터 용량을 구하는 순으로 한다. 이때 Q값을 얼마로 할 것인지, 콘덴서에 과전류가 유입될 수 있는지, 전원계통과의 병렬 공진영향은 없는지 등을 검토하여야 한다.

3. 4 능동 필터 설치 (Active Filter)

3. 4. 1 원리

능동 필터는 보상부하에 병렬로 접속되어 CT를 사용, 부하전류를 검출하고 전류에 포함된 고조파성분 같은 전류를 검출하여 전류제어의 기준 신호차의 인버터에 흐르는 전류를 제어해 역위상의 전류를 능동필터에 흐르게 하여 전원전류에 포함된 장애전류를 없애는 방법이다.

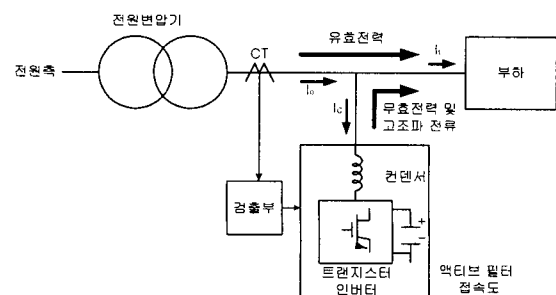


그림 3 능동필터 회로도

3. 4. 2 능동필터 선택

최근의 능동 필터는 고조파 저감차수를 선택 조정할 수 있고, 개선효과가 좋아 쉽게 사용할 수 있으나 제작사별로 가격과 기능면에서 차이가 있어 선택에 주의해야 한다.

4. 시뮬레이션 및 수동·능동 필터 비교

컴퓨터 PROGRAM에 현재 전력계통 구성과 같게 구성하고 고조파 발생기 조사자료 및 현장실측치를 입력하여 반복 SIMULATION으로 최적의 개선방안을 추적하여 결과를 얻는다.

- 1) 전력계통 임피던스 및 고조파 발생기 자료 조사
- 2) 계통 전반 현장실측
- 3) 전력계통 컴퓨터 PROGRAM에 입력
- 4) 반복 SIMULATION에 의한 최적의 개선방안 추적

4.1 수동필터(Passive Filter)

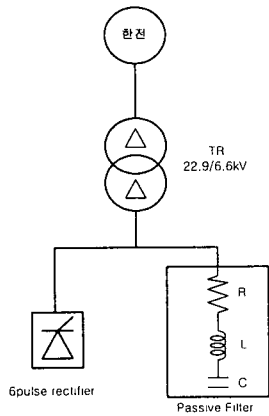


그림. 4 수동필터 설치 시공도

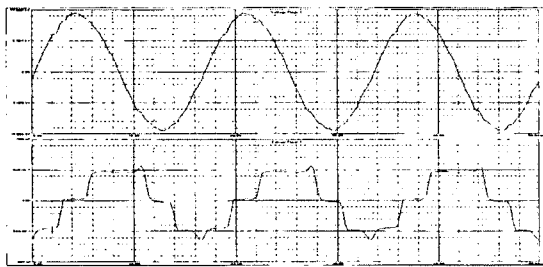


그림. 5 Passive Filter 설치전 측정 파형

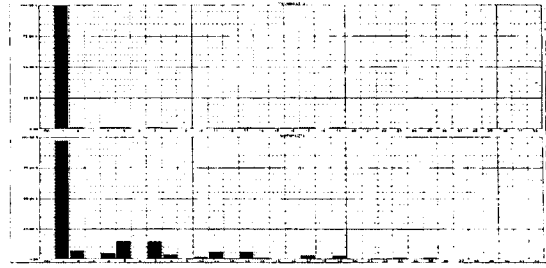


그림. 6 Passive Filter 설치전 측정 스펙트럼

표. 4 Passive Filter 설치전 측정 Data

Phase 1: 6.50 Vrms, THD=2.75, 6.98kVArms, THD=25.51																
Harmonic Order	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
True RMS value (V)	35.56	0.02	0.00	1.45	1.32	0.00	1.02	0.51	0.00	0.00	0.20	0.00	0.89	0.20	0.00	0.00
True RMS value (A)	36.20	7.13	0.43	4.62	14.29	0.00	14.55	5.60	0.00	0.64	5.12	0.00	5.08	1.14	0.00	0.30
Phase diff. V1-V2 (°)	94.15	72.27	0.00	136.80	150.26	6.00	104.73	5.95	0.00	0.00	-52.41	6.00	-100.29	6.30	0.00	0.00

Phase 1: 6.53 Vrms, THD=1.75, 6.98kVArms, THD=25.51																
Harmonic Order	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
True RMS value (V)	0.72	0.00	0.72	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
True RMS value (A)	0.724	0.00	2.57	0.00	0.00	0.79	1.25	0.00	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Phase diff. V1-V2 (°)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

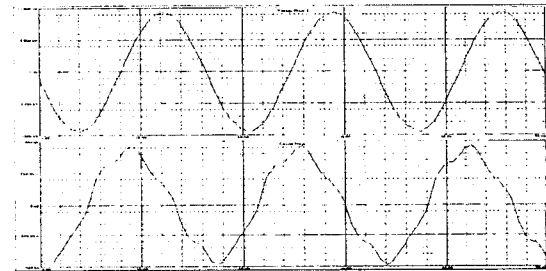


그림. 7 Passive Filter 설치후 측정 파형

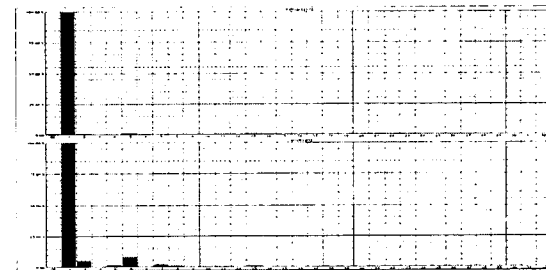


그림. 8 Passive Filter 설치후 측정 스펙트럼

표.5 Passive Filter 설치후 측정 Data

Phase 1: 6.53 Vrms, THD=1.75, 6.95kVArms, THD=25.51																
Harmonic Order	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
True RMS value (V)	35.90	0.51	0.00	0.00	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00
True RMS value (A)	37.50	4.51	0.00	0.50	0.25	0.00	0.87	0.82	0.00	0.20	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00
Phase diff. V1-V2 (°)	95.10	0.00	0.00	0.00	5.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Phase 1: 6.53 Vrms, THD=1.75, 6.95kVArms, THD=25.51																
Harmonic Order	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
True RMS value (V)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
True RMS value (A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Phase diff. V1-V2 (°)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2) 시뮬레이션 결과

Total Harmonic Distortion(THD)
=====

Bus THD
=====

#	Bus ID	SysVolt	V(1)	V(rms)	V(peak)	THD
1	00	22900	22900	22900	32404	0.06%
2	01	22900	22886	22886	32392	0.08%
3	02	22900	22886	22886	32392	0.08%
4	03	6600	6572	6572	9314	0.20%
5	06	6600	6571	6571	9313	0.20%

Branch THD
=====

#	From Bus	To Bus	I(1)	I(rms)	I(peak)	THD	K.F.
1	00	01	15.70	15.73	21.15	6.20%	
2	01	02	15.70	15.73	21.15	6.19%	
3	02	03	15.70	15.73	21.16	6.19%	1.09
		(to side)	54.47	54.58	73.40	6.19%	1.09
4	03	06	54.48	54.58	73.41	6.19%	

Bus Harmonic Voltage (Volts,%)
=====

hth	00	01	02	03	06					
	Vh	Vh/V1%	Vh	Vh/V1%	Vh	Vh/V1%	Vh	Vh/V1%	Vh	Vh/V1%
1	22900	100.00	22886	100.00	22886	100.00	6572	100.00	6571	100.00
5	13	0.06	18	0.08	18	0.08	12	0.19	13	0.19
7	3	0.01	4	0.02	4	0.02	3	0.05	3	0.05

Branch Harmonic Current (Amps)
=====

hth	00	-01	01	-02	02	-03	03	-06
	I(h)	I(h)/11%	I(h)	I(h)/11%	I(h)	I(h)/11%	I(h)	I(h)/11%
1	15.695	100.00	15.699	100.00	15.700	100.00	54.477	100.00
5	0.958	6.10	0.958	6.10	0.958	6.10	3.324	6.10
7	0.167	1.06	0.167	1.06	0.167	1.06	0.578	1.06

4.2 능동필터(Active Filter)

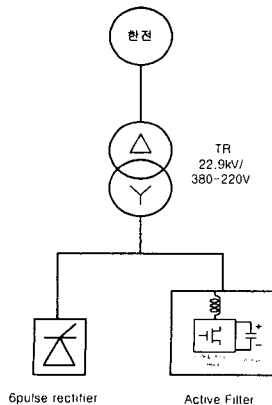


그림. 9 능동필터 설치 시공도

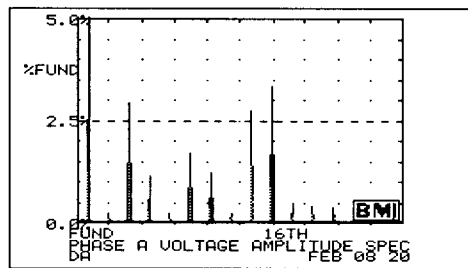
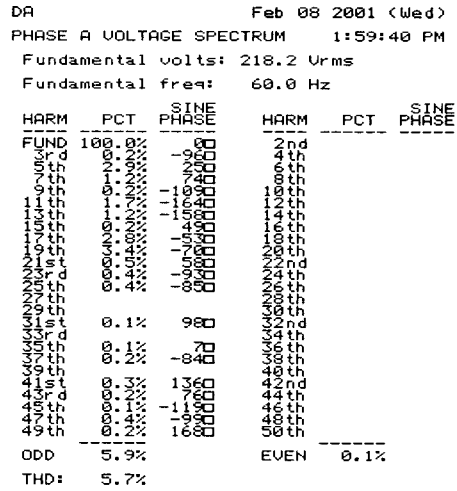
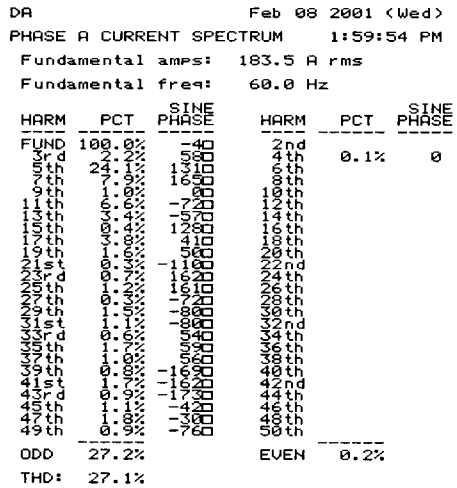


그림. 10 Active Filter 설치전 전압 측정 Data



DA Feb 08 2001 (Wed)
 PHASE A VOLTAGE SPECTRUM 1:54:32 PM
 Fundamental volts: 218.4 Urms
 Fundamental freq: 60.0 Hz

HARM	PCT	SINE	HARM	PCT	SINE
		PHASE			PHASE
FUND	100.0%	0			
2	0.0%	111			
3	0.0%	111			
4	0.0%	111			
5	0.0%	111			
6	0.0%	111			
7	0.0%	111			
8	0.0%	111			
9	0.0%	111			
10	0.0%	111			
11	0.0%	111			
12	0.0%	111			
13	0.0%	111			
14	0.0%	111			
15	0.0%	111			
16	0.0%	111			
17	0.0%	111			
18	0.0%	111			
19	0.0%	111			
20	0.0%	111			
21	0.0%	111			
22	0.0%	111			
23	0.0%	111			
24	0.0%	111			
25	0.0%	111			
26	0.0%	111			
27	0.0%	111			
28	0.0%	111			
29	0.0%	111			
30	0.0%	111			
31	0.0%	111			
32	0.0%	111			
33	0.0%	111			
34	0.0%	111			
35	0.0%	111			
36	0.0%	111			
37	0.0%	111			
38	0.0%	111			
39	0.0%	111			
40	0.0%	111			
41	0.0%	111			
42	0.0%	111			
43	0.0%	111			
44	0.0%	111			
45	0.0%	111			
46	0.0%	111			
47	0.0%	111			
48	0.0%	111			
49	0.0%	111			
50	0.0%	111			
51	0.0%	111			
52	0.0%	111			
53	0.0%	111			
54	0.0%	111			
55	0.0%	111			
56	0.0%	111			
57	0.0%	111			
58	0.0%	111			
59	0.0%	111			
60	0.0%	111			
61	0.0%	111			
62	0.0%	111			
63	0.0%	111			
64	0.0%	111			
65	0.0%	111			
66	0.0%	111			
67	0.0%	111			
68	0.0%	111			
69	0.0%	111			
70	0.0%	111			
71	0.0%	111			
72	0.0%	111			
73	0.0%	111			
74	0.0%	111			
75	0.0%	111			
76	0.0%	111			
77	0.0%	111			
78	0.0%	111			
79	0.0%	111			
80	0.0%	111			
81	0.0%	111			
82	0.0%	111			
83	0.0%	111			
84	0.0%	111			
85	0.0%	111			
86	0.0%	111			
87	0.0%	111			
88	0.0%	111			
89	0.0%	111			
90	0.0%	111			
91	0.0%	111			
92	0.0%	111			
93	0.0%	111			
94	0.0%	111			
95	0.0%	111			
96	0.0%	111			
97	0.0%	111			
98	0.0%	111			
99	0.0%	111			
100	0.0%	111			
101	0.0%	111			
102	0.0%	111			
103	0.0%	111			
104	0.0%	111			
105	0.0%	111			
106	0.0%	111			
107	0.0%	111			
108	0.0%	111			
109	0.0%	111			
110	0.0%	111			
111	0.0%	111			
112	0.0%	111			
113	0.0%	111			
114	0.0%	111			
115	0.0%	111			
116	0.0%	111			
117	0.0%	111			
118	0.0%	111			
119	0.0%	111			
120	0.0%	111			
121	0.0%	111			
122	0.0%	111			
123	0.0%	111			
124	0.0%	111			
125	0.0%	111			
126	0.0%	111			
127	0.0%	111			
128	0.0%	111			
129	0.0%	111			
130	0.0%	111			
131	0.0%	111			
132	0.0%	111			
133	0.0%	111			
134	0.0%	111			
135	0.0%	111			
136	0.0%	111			
137	0.0%	111			
138	0.0%	111			
139	0.0%	111			
140	0.0%	111			
141	0.0%	111			
142	0.0%	111			
143	0.0%	111			
144	0.0%	111			
145	0.0%	111			
146	0.0%	111			
147	0.0%	111			
148	0.0%	111			
149	0.0%	111			
150	0.0%	111			
151	0.0%	111			
152	0.0%	111			
153	0.0%	111			
154	0.0%	111			
155	0.0%	111			
156	0.0%	111			
157	0.0%	111			
158	0.0%	111			
159	0.0%	111			
160	0.0%	111			
161	0.0%	111			
162	0.0%	111			
163	0.0%	111			
164	0.0%	111			
165	0.0%	111			
166	0.0%	111			
167	0.0%	111			
168	0.0%	111			
169	0.0%	111			
170	0.0%	111			
171	0.0%	111			
172	0.0%	111			
173	0.0%	111			
174	0.0%	111			
175	0.0%	111			
176	0.0%	111			
177	0.0%	111			
178	0.0%	111			
179	0.0%	111			
180	0.0%	111			
181	0.0%	111			
182	0.0%	111			
183	0.0%	111			
184	0.0%	111			
185	0.0%	111			
186	0.0%	111			
187	0.0%	111			
188	0.0%	111			
189	0.0%	111			
190	0.0%	111			
191	0.0%	111			
192	0.0%	111			
193	0.0%	111			
194	0.0%	111			
195	0.0%	111			
196	0.0%	111			
197	0.0%	111			
198	0.0%	111			
199	0.0%	111			
200	0.0%	111			
201	0.0%	111			
202	0.0%	111			
203	0.0%	111			
204	0.0%	111			
205	0.0%	111			
206	0.0%	111			
207	0.0%	111			
208	0.0%	111			
209	0.0%	111			
210	0.0%	111			
211	0.0%	111			
212	0.0%	111			
213	0.0%	111			
214	0.0%	111			
215	0.0%	111			
216	0.0%	111			
217	0.0%	111			
218	0.0%	111			
219	0.0%	111			
220	0.0%	111			
221	0.0%	111			
222	0.0%	111			
223	0.0%	111			
224	0.0%	111			
225	0.0%	111			
226	0.0%	111			
227	0.0%	111			
228	0.0%	111			
229	0.0%	111			
230	0.0%	111			
231	0.0%	111			
232	0.0%	111			
233	0.0%	111			
234	0.0%	111			
235	0.0%	111			
236	0.0%	111			
237	0.0%	111			
238	0.0%	111			
239	0.0%	111			
240	0.0%	111			
241	0.0%	111			
242	0.0%	111			
243	0.0%	111			
244	0.0%	111			
245	0.0%	111			
246	0.0%	111			
247	0.0%	111			
248	0.0%	111			
249	0.0%	111			
250	0.0%	111			

4.3.2 수동·능동 필터의 비교

표. 7 수동·능동 필터의 비교

항 목		수동 필터	능동 필터
억제 고조파 차수	저차 조파	· 각차 주파마다 설치필요 · 대형	· 임의의 차수의 보상가능 · 복수조파의 일괄 보상
	고차 조파	· 고차 필터	· 고차조파의 보상은 비교적 어렵다.
계통 임피던스 변경등의 영향		· 보상능력의 저하 · 필터 구성의 변경필요.	· 영향 없음
주파수 변동의 영향		· 보상능력의 저하	· 영향 없음
고조파 부하의 증대		· 과부하에 의한 과열 및 소손의 우려	· 과부하로 되지않음
기본파 무효전력의 보상		· 있음	· 보상가능(장치용량의 증가 필요)
중설의 용이성		· 고조파 유입량의 밸런스 조정 필요	· 용이(병렬설치)
설치 용적		· 크다	· 작다
손 실		· 작다	· 수동필터에 비해 크다
코스트		· 비교적 싸다	· 비교적 비싸다

5. 결론

고조파 전류가 상한치를 초과하는 경우에는 고조파 유출 억제대책이 필요한 데, 이러한 억제대책에는

- 1) 기기에서 고조파 전류 발생량을 억제
- 2) 고조파 발생원에서 다른 부하기기로 고조파 전류의 흐름억제
- 3) 전력수용가 및 계통측에서의 대책

등 각각적인 고조파 대책이 필요하다.

특히, 반도체 응용기기, 아크로 등 특정설비를 가진 수용가는 전력계통측에 고조파전류가 방출되지 않도록 어떤 수준이하에서 관리하여야 할 필요가 있다. 또한 고조파 유출전류의 저감효과는 크게 역률개선용 콘덴서 및 수동 Filter에 의한 흡수효과, 및 Active Filter에 의한 상쇄효과로 나눌 수 있으며, SIMULATION을 통한 개선전후의 비교 DATA는 표 6과 같으며 Passive Filter 설치전 전류 종합왜형율이 25.5[%]에서 설치후에는 9.8[%]로 15.7[%] 감소했으며, Active Filter 설치전에는 27.1[%]에서 설치후에는 5.6[%]로 21.5[%] 감소하였다 따라서 FILTER를 이용한 고조파 저감대책에서 가장 중요한 사항은 고조파

장해를 조사(실측)하여, 그 계통의 정확한 고조파 분포를 파악하고, 분석한 후 고조파 성분에 적합한 저감대책을 선정하는 것이 각 종 사고를 예방하고 궁극적으로 전력공급의 신뢰도 향상 및 계통의 안전성과 양질의 전력을 공급 받을수 있을 것이다.

이러한 고조파문제 해결은 기기 제조자, 전력수용가, 전력회사의 상호 협력하에 종합적인 관리가 필요하며, 이런 측면에서 볼 때 전력계통에서의 고조파 환경수준, 고조파 전류 억제목표값, 기기의 고조파 내량 수준등에 대한 목표값을 구체적으로 설정하여 엄격한 관리 및 지도, 개선이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 고조파 장해의 방지책으로 기기에서 고조파 전류 발생량을 억제하는 기본 원칙과 고조파 발생원에서 다른 부하기기로 고조파 전류의 흐름 억제 및 수용가측에서의 대책, 계통측에서의 대책 등 다각적인 고조파 대책이 필요하다. 따라서, 고조파 문제 해결은 기기제조자, 전력수용가, 전력회사가 상호 협력하여 합리적인 대책을 강구하여야 하며, 우리나라 선진국과 같이 관련분야별 연구가 체계적으로 이루어져 전력계통의 고조파 분석 및 대책에 관한 기술계승과 부하별 특성에 따른 고조파 관리 방안이 마련되어야 할 중요한 시기이고, 보다 효과적인 고조파 대책을 꾀할 수 있는 지속적이고도 체계적인 연구가 필요하다고 본다.

참 고 문 헌

- [1] G. C Jain, "The Effect of Voltage Wave shape on the Performance of a Three Phase Induction Motor," IEEE Trans, vol. PAS=84, 1964.
- [2] "Guide for Harmonic Control and Reactive Compensation of Static Power Converters", IEEE, Jul 1979
- [3] E. J. Borrebach, "The Effect of Arc Furnace Loads on Power Systems", Ninth Annual Meeting of the IEEE Industrial Application Society, Pittsburgh, PA, 1974
- [4] T. L. Baith, "The Australian Standard to Specify Network Harmonic Limits", IEEE Trans. Vol. IA-18, 1982.
- [5] 배전계통의 고조파 관리 기준에 관한 연구, 한전 전력연구원, 1996.10
- [6] 고조파 억제용 수동필터의 현장적용과 연구, 한국전기안전공사, 1992. 12
- [7] 고조파 solution PSD Tech, 1999. 10
- [8] 고조파에 의한 중선선 과전류 계산 PSD Tech. 2000. 7