



$$\frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta - \Phi) * 2\pi * 60 * 1 \text{hour} \quad (2.7)$$

이때  $2\pi$ 는 시간이 아닌 위상각을 뜻하는데 시간의 값으로 나타내기 위해 다음과 같은 공식을 이용해준다. 위는 한 사이클 즉 위상각이  $2\pi$ 일 때의 시간의 값이므로 1초에 관한 값으로 나타내기 위해 60을 곱해준다.

$$t = \frac{1}{f} = \frac{1}{60} = 0.166667 * 60 = 1 \quad (2.8)$$

이로서 1시간에 대한 총 전력량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta - \Phi) * 1 \text{hour} \quad (2.9)$$

### 2.3 고조파를 포함한 전력에너지 손실 계산가능 시뮬레이션 도구 개발

고조파는 기본주파수에 대해 2배, 3배, 4배와 같이 정수의 n배에 해당하는 물리적인 전기량을 말한다. 이러한 고조파는 푸리에 급수라는 수학적 기법을 이용하여 분석해준다. 고조파가 포함된 전력을 측정하기 위해 전력품질측정기를 이용하는데 이때 측정기에는 각 조파의 함유량과 함께 각 조파의 전압과 전류의 실효값 및 위상각이 측정된다. 이러한 전력품질측정기를 통해 전력을 측정해주면 측정된 전력을 푸리에급수를 통해 각 조파로 나누지 않아도 됨을 알 수 있다. 각 조파의 함유량에 따른 전력 손실률을 알기 위해 다음과 같은 프로그램을 작성하였다.

전압						전류					
총수			편수			총수			편수		
차수	유효값	angle									
1	100	30	2			1	50	60	2		
3	50	60	4			3	10	90	4		
5	10	90	6			5	100	30	6		
7			8			7			8		
9			10			9			10		
11			12			11			12		
13			14			13			14		
15			16			15			16		
17			18			17			18		
19			20			19			20		
21			22			21			22		
23			24			23			24		
25			26			25			26		
27			28			27			28		
29			30			29			30		
31			32			31			32		
33			34			33			34		
35			36			35			36		
37			38			37			38		
39			40			39			40		
41			42			41			42		
43			44			43			44		
45			46			45			46		
47			48			47			48		
49			50			49			50		

<그림 2> 전압, 전류 각 조파함유량의 입력값

총전력 [w]	손실률 [w]	손실률 [%]
52.63	9.33	17.73
전력 [w]	전력량 [wh]	
기본파	43.30	21.65
고조파	9.33	4.67

  

총수			편수		
차수	전력 [w]	전력량 [wh]	차수	전력 [w]	전력량 [wh]
1	43.30	21.65	2	0.00	0.00
3	4.33	2.17	4	0.00	0.00
5	5.00	2.50	6	0.00	0.00
7	0.00	0.00	8	0.00	0.00
9	0.00	0.00	10	0.00	0.00
11	0.00	0.00	12	0.00	0.00
13	0.00	0.00	14	0.00	0.00
15	0.00	0.00	16	0.00	0.00
17	0.00	0.00	18	0.00	0.00
19	0.00	0.00	20	0.00	0.00
21	0.00	0.00	22	0.00	0.00
23	0.00	0.00	24	0.00	0.00
25	0.00	0.00	26	0.00	0.00
27	0.00	0.00	28	0.00	0.00
29	0.00	0.00	30	0.00	0.00
31	0.00	0.00	32	0.00	0.00
33	0.00	0.00	34	0.00	0.00
35	0.00	0.00	36	0.00	0.00
37	0.00	0.00	38	0.00	0.00
39	0.00	0.00	40	0.00	0.00
41	0.00	0.00	42	0.00	0.00
43	0.00	0.00	44	0.00	0.00
45	0.00	0.00	46	0.00	0.00
47	0.00	0.00	48	0.00	0.00
49	0.00	0.00	50	0.00	0.00

<그림 3> 각 조파의 전력, 전력량 및 손실률

그림3은 전력, 전력량 손실률을 알기위한 프로그램이다.  
 $v = 100\sin(ut + 30) + 50\sin(3ut + 60) + 10\sin(5ut + 90)$   
 $i = 50\sin(ut + 60) + 10\sin(3ut + 90) + 100\sin(5ut + 30)$   
 일때의 전력, 전력량과 손실률을 구하였다.

### 3. 사례 연구

2.3절의 고조파를 포함한 전력에너지 손실계산가능 시뮬레이션 도구로부터 고천장 원적외선 복사난방시스템의 에너지 절감량을 계산하였다.

<표 1> 고천장 원적외선 복사난방시스템의 전력손실 에너지량

	원적외선 복사오븐	
	전력[W]	전력량[Wh]
기본파	3,452.39	6,904.77
고조파	6.63	13.25

위의 표에서 알 수 있듯이 고천장 원적외선 복사난방시스템의 총 전력량은 3.5[kW]의 에너지를 소비하고 있으며 이 중 6.63[W]가 고조파에 의해 손실이 됨을 알 수 있다. 즉, 이 손실률은 0.19[%]가 된다.

고천장 원적외선 복사난방시스템의 고조파에 의한 손실은 작은 양이 되며 이는 고천장 원적외선 복사난방시스템의 전기적 측면에서 효율이 좋다는 의미로 해석이 가능하다고 사료된다.

### 4. 결론

본 논문에서는 전력에너지 자체의 손실을 계산할 수 있는 시뮬레이션 도구를 개발하여 사례연구로 고천장 원적외선 복사시스템의 에너지절감량 평가를 함으로써 본 연구의 특성을 잘 반영 할 수 있도록 하였다.

[1] 고천장 원적외선 복사난방시스템의 총 전력량은 3.5[kW] 정도의 에너지를 소비하고 있으며 이 중 6.63[W]가 고조파에 의한 손실이다.

[2] 손실률의 계산 결과 약 0.19[%]임을 알 수 있는데 이는 고천장 원적외선 복사난방시스템의 고조파에 의한 손실이 미미하다는 것을 알 수 있다.

[3] 위의 결과를 종합할 때 복사난방시스템의 전기적 측면에서의 효율이 좋다는 의미로 해석이 가능하다고 사료된다.

### [참고 문헌]

- [1] 강동필, "점점착재료의 원적외선 가열기술, 한국전기연구원 신소재응용연구그룹
- [2] WILEY, Enrique Acha, Manuel Madrigal, "Power Systems Harmonics" 2001
- [3] IEEE Inter-harmonic Task Force, Voltage Quality Working Group "Inter-harmonics In Power Systems" 12. 1997