

# PHOX 누적과부하 테이블 계산기

-가이드북-

(Ver1.1)

[2020.10.08]

-제어설계팀-

# 과부하테이블의 적용 방식

# PHOX 과부하 테이블 개요

서보기준 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
100	315360000(∞)
110	31536000
120	1808384
130	904192
140	452096
150	226048
160	113024
170	56512
180	28256
190	14128
200	7064
210	3532
220	1766
230	883
240	66
250	60
260	50
270	43
280	37
290	35
300	32

VS

모터기준 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
100	315360000(∞)
110	2285.714286
120	1090.909091
130	695.6521739
140	500
150	384
160	307.6923077
170	253.968254
180	214.2857143
190	183.908046
200	160
210	140.7624633
220	125
230	111.8881119
240	100.8403361
250	91.42857143
260	83.33333333
270	76.31160572
280	70.1754386
290	64.77732794
300	60



최종 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
100	315360000(∞)
110	2285.714286
120	1090.909091
130	695.6521739
140	500
150	384
160	307.6923077
170	253.968254
180	214.2857143
190	183.908046
200	160
210	140.7624633
220	125
230	111.8881119
240	66
250	60
260	50
270	43
280	37
290	35
300	32

- 과부하테이블은 서보기준 과부하 테이블과 모터기준 과부하 테이블을 혼합하여 함께 사용합니다.
- 두 개의 과부하 테이블을 이용하여 모터의 열적 소손을 함께 고려합니다.

주파(kHz)	16[kHz]
부하율(%)	Operation & Stall
100%	∞
110%	31536000
120%	1808384
130%	904192
140%	452096
150%	226048
160%	113024
170%	56512
180%	28256
190%	14128
200%	7064
210%	3532
220%	1766
230%	883
240%	66
250%	60
260%	50
270%	43
280%	37
290%	35
300%	32

- 서보기준 과부하 테이블은 매뉴얼에 기재되어 있습니다.
- 상기는 6[A] / 16[kHz] 과부하 테이블입니다.

## 5.10 모터 과부하 보호기능

모터의 과열에 의한 소손을 방지하기 위하여 I<sup>2</sup>T알고리즘에 의한 모터 과부하 보호 기능과 모터 열적 시정수를 통한 모터 과부하 보호 기능을 제공합니다.

1

예를 들어 모터의 스펙이 아래와 같다고 가정하면,

모터 정격 전류 : 3A

모터 최대 전류 : 9A

최대 전류에서의 동작시간 : 1000ms

드라이브 출력 전류(I<sub>out</sub>) : 6A

### 5.10.1 I<sup>2</sup>T 알고리즘에 의한 보호

드라이브에서 출력된 전류의 흐름을 추적하여 모터 추정온도가 기준을 초과할 경우 모터 전류 출력을 차단하는 기능을 제공합니다. 본 기능은 모터 파라미터[0x2000] 혹은 3<sup>rd</sup> Party Motor 파라미터[0x2802], [0x2803]와 최대전류에서의 동작시간[0x2031]을 토대로 산출하기 때문에 정확히 설정 하여야 합니다.

2

$$I^2T_{Limit} = ((9A)^2 - (3A)^2) \times 1000ms = 72000A^2ms$$

$$T_{LMT} = \frac{I^2T_{Limit}}{I_{out}^2 - (3A)^2} = \frac{72000A^2ms}{(6A)^2 - (3A)^2} = 2666ms$$

- 모터 기준 과부하 테이블을 별도로 제작하는 이유는 모터의 열적 소손을 방지하는데 목적이 있습니다.(위 내용 참고)
- 서보는 설정된 모터 정격/최대 전류를 이용하여 모터 기준 과부하 테이블을 제작합니다.
- 과부하당 AL-21이 발생하는 시간 계산 예시(1~2번)

1번 : 정격3[A] / 최대9[A] 모터를 장착시

2번 : 모터 정격의 200[%] 즉, 6[A] 일 때 AL-21은 2.6[sec] 만에 발생

1

$$T_{LMT} = \frac{I^2 T_{Limit}}{I_{out}^2 - I_{rat}^2} = \frac{72000}{a^2 - 3^2} = b \text{ [msec]}$$

모터정격의 100~300[%] 전류값 입력

No	부하율[%]	AL-21 발생시간
1	100	315360000(∞)
2	110	38.0952381
3	120	18.18181818
4	130	11.5942029
5	140	8.333333333
6	150	6.4
7	160	5.128205128
8	170	4.232804233
9	180	3.571428571
10	190	3.0651341
11	200	2.666666667
12	210	2.346041056
13	220	2.083333333
14	230	1.864801865
15	240	1.680672269
16	250	1.523809524
17	260	1.388888889
18	270	1.271860095
19	280	1.169590643
20	290	1.079622132
21	300	1

- 1번의 계산식 a 변수에 모터 정격의 100~300[%] 전류값을 각각 입력하여 모터 기준 과부하 테이블이 작성합니다.

# 실제 적용되는 과부하 테이블 생성

서보기준 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
101	315360000(∞)
110	31536000
120	1808384
130	904192
140	452096
150	226048
160	113024
170	56512
180	28256
190	14128
200	7064
210	3532
220	1766
230	883
240	66
250	60
260	50
270	43
280	37
290	35
300	32

VS

모터기준 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
100	315360000(∞)
110	38.0952381
120	18.18181818
130	11.5942029
140	8.333333333
150	6.4
160	5.128205128
170	4.232804233
180	3.571428571
190	3.0651341
200	2.666666667
210	2.346041056
220	2.083333333
230	1.864801865
240	1.680672269
250	1.523809524
260	1.388888889
270	1.271860095
280	1.169590643
290	1.079622132
300	1



실제 과부하 테이블		
No	부하율[%]	AL-21 발생시간
1	100	315360000(∞)
2	110	38.0952381
3	120	18.18181818
4	130	11.5942029
5	140	8.333333333
6	150	6.4
7	160	5.128205128
8	170	4.232804233
9	180	3.571428571
10	190	3.0651341
11	200	2.666666667
12	210	2.346041056
13	220	2.083333333
14	230	1.864801865
15	240	1.680672269
16	250	1.523809524
17	260	1.388888889
18	270	1.271860095
19	280	1.169590643
20	290	1.079622132
21	300	1

- 두 개의 테이블에 부하율당 AL-21 발생 시간을 비교후 둘 중 작은값을 선정하여 실제 과부하 테이블을 생성합니다.
- PHOX는 오른쪽의 실제 과부하 테이블로 AL-21의 발생 시간을 최종 결정합니다.

## 누적과부하 계산기 사용법



예를 들어 모터의 스펙이 아래와 같다고 가정하면,

모터 정격 전류 : 3A

모터 최대 전류 : 9A

최대 전류에서의 동작시간 : 1000ms

드라이브 출력 전류( $I_{out}$ ) : 6A

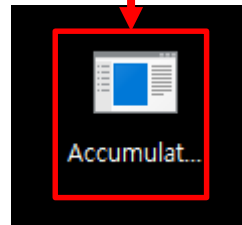
$$I^2 T_{Limit} = ((9A)^2 - (3A)^2) \times 1000ms = 72000A^2ms$$

$$T_{LMT} = \frac{I^2 T_{Limit}}{I_{out}^2 - (3A)^2} = \frac{72000A^2ms}{(6A)^2 - (3A)^2} = 2666ms$$

실제 과부하 테이블		
No	부하율[%]	AL-21 발생시간
1	100	315360000(∞)
2	110	38.0952381
3	120	18.18181818
4	130	11.5942029
5	140	8.333333333
6	150	6.4
7	160	5.128205128
8	170	4.232804233
9	180	3.571428571
10	190	3.0651341
11	200	2.666666667
12	210	2.346041056
13	220	2.083333333
14	230	1.864801865
15	240	1.680672269
16	250	1.523809524
17	260	1.388888889
18	270	1.271860095
19	280	1.169590643
20	290	1.079622132
21	300	1

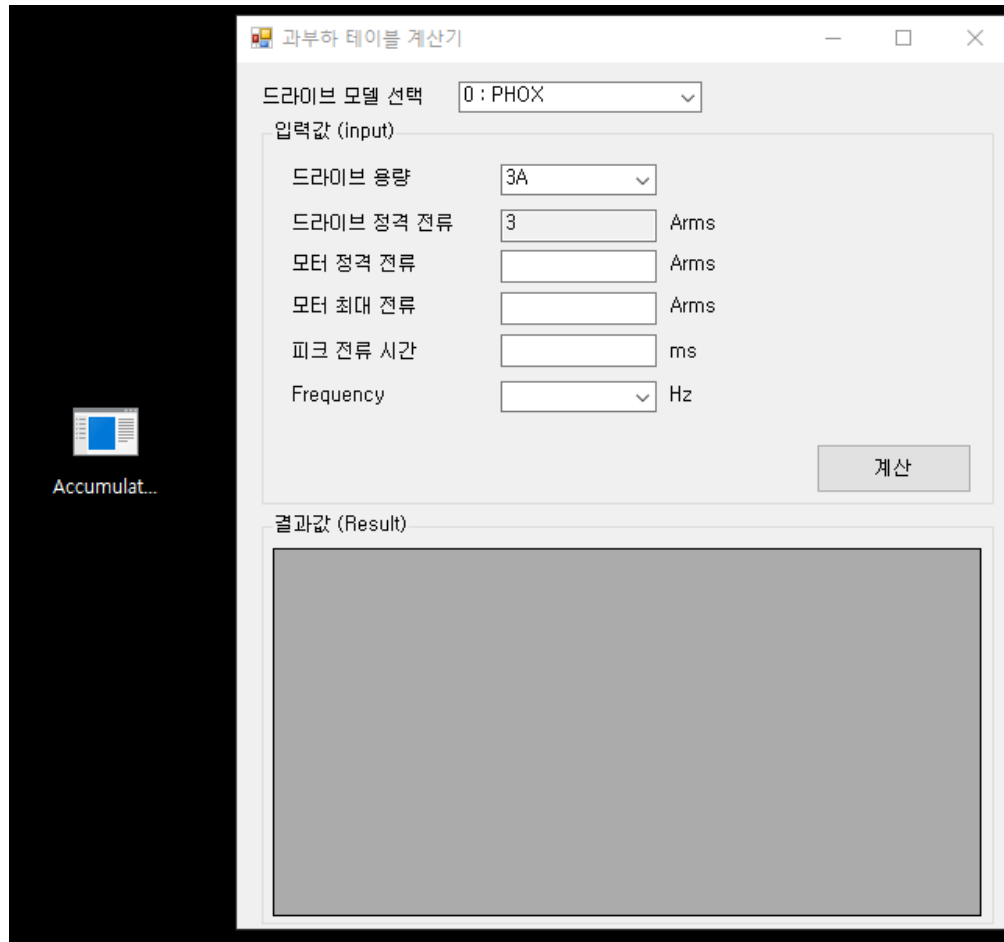
- 실제 적용되는 과부하 테이블은 PHOX 내부에서 만들어집니다.
- 만약 사용자가 실제 과부하 테이블을 보고 싶다면 상기 계산공식을 이용하여 직접 계산해야 합니다.
- 계산 과정이 번거롭고 매우 불편합니다.

더블클릭

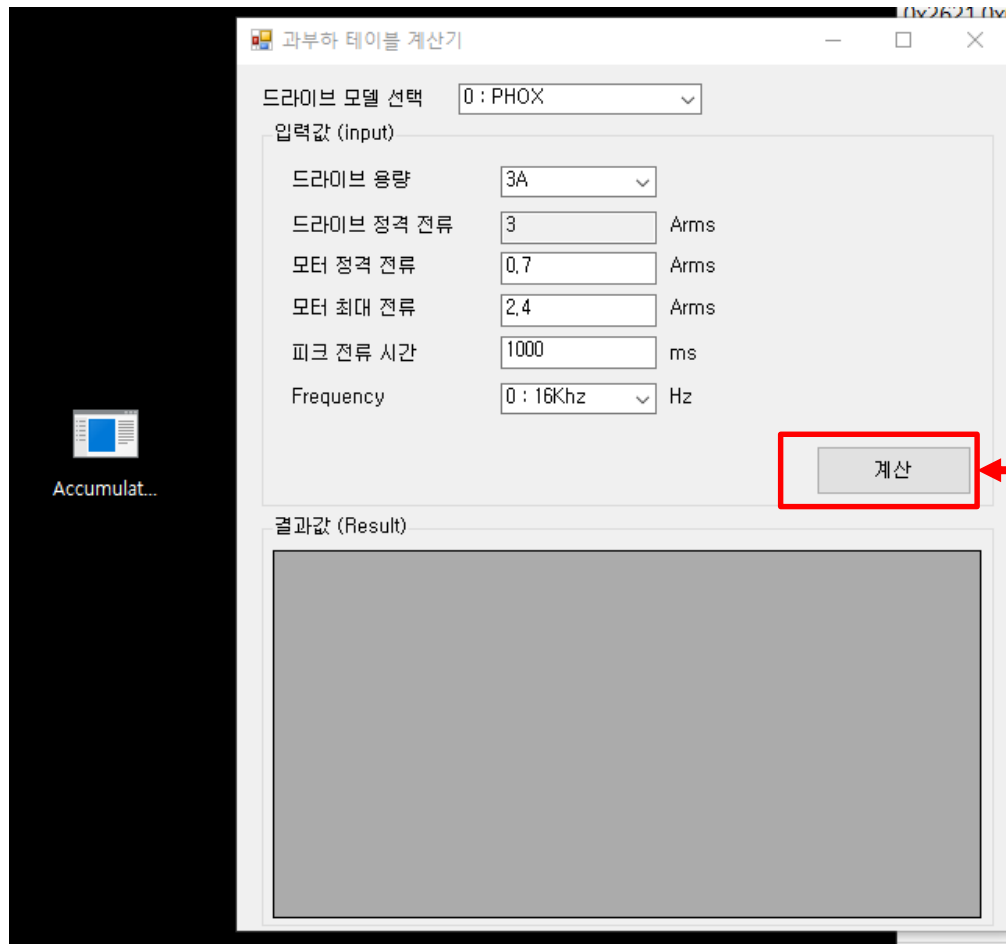


누적과부하 계산기  
프로그램  
<이영식 선임 제작>

- PHOX 누적과부하 계산기를 사용하면 최종 적용되는 과부하 테이블을 볼 수 있습니다.
- 우선 상기 아이콘을 더블 클릭합니다.



- PHOX 누적과부하 계산기 창이 생성됩니다.



클릭

- 서보와 모터사양을 기입합니다.
- 피크전류시간 -> Operation Time at Peak Current[0x2031]의 값을 기입합니다.
- Frequency -> PWM Frequency[0x2030]의 값을 기입합니다.
- 다음 계산을 클릭합니다.

과부하 테이블 계산기

드라이브 모델 선택 0 : PHOX

입력값 (input)

드라이브 용량 3A

드라이브 정격 전류 3 Arms

모터 정격 전류 0.7 Arms

모터 최대 전류 2.4 Arms

피크 전류 시간 1000 ms

Frequency 0 : 16Khz Hz

계산

결과값 (Result)

부하율 [%]	출력 전류 [A]	과부하 알람 발생 시간 [sec]
130	3.9	15,587103843689
140	4.2	11,2032308578491
150	4.5	8,60408115386963
160	4.8	6,89429616928101
170	5.1	5,69053030014038
180	5.4	4,80138492584229
190	5.7	4,12072849273682
200	6	3,58503389358521
210	6.3	3,1539888381958

최종과부하테이블 생성

- 계산을 클릭하면 하단에 0~300[%]까지의 최종 과부하 테이블이 자동으로 나타납니다.

Operation Time at Peak Current[0x2031]의  
적절한 설정 방법

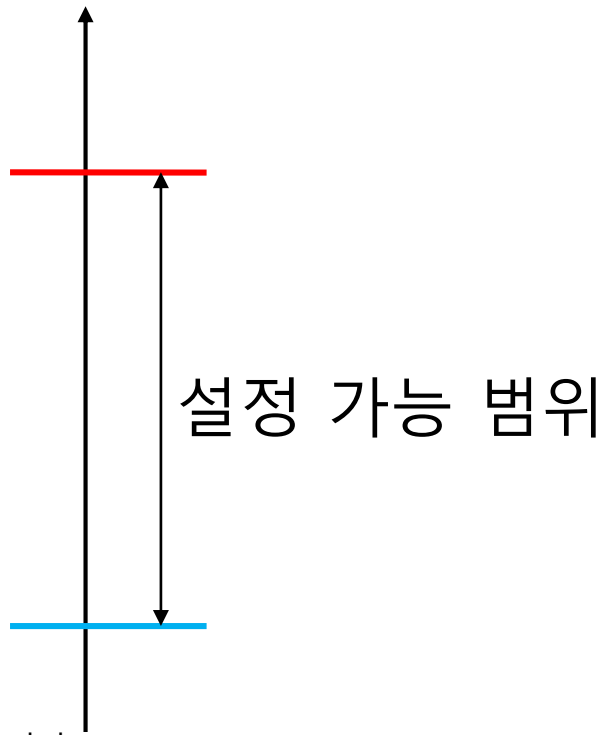
# Operation Time at Peak Current[0x2031] 설정방법

Index	SubIndex	Name	Value	Default	Type	R/W	Unit	Min	Max
0x2031	0x0	Operation Time at Peak Current	5000	1	UINT	rw	ms	1	65535

## Operation Time at Peak Current[0x2031]

모터 최대전류에서 모터가 소손되지 않는 최대 시간

구동시 AL-21이 발생하지 않는 최소 시간



- Operation Time at Peak Current[0x2031]을 적절한 범위내 설정해야 합니다.
- 그렇지 않으면 구동중 AL-21이 빈번하게 발생하거나 모터가 소손될 수 있습니다.
- 최소범위 : 구동중 AL-21이 발생하지 않는 시간
- 최대범위 : 모터에 최대전류인가시 소손되지 않는 시간

Index	SubIndex	Name	Value
0x2031	0x0	Operation Time at Peak Current	1000

서보기준 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
101	315360000(∞)
110	31536000
120	1808384
130	904192
140	452096
150	226048
160	113024
170	56512
180	28256
190	14128
200	7064
210	3532
220	1766
230	883
240	66
250	60
260	50
270	43
280	37
290	35
300	32

VS

모터기준 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
100	315360000(∞)
110	38.0952381
120	18.18181818
130	11.5942029
140	8.333333333
150	6.4
160	5.128205128
170	4.232804233
180	3.571428571
190	3.0651341
200	2.666666667
210	2.346041056
220	2.083333333
230	1.864801865
240	1.680672269
250	1.523809524
260	1.388888889
270	1.271860095
280	1.169590643
290	1.079622132
300	1



실제 과부하 테이블		
No	부하율[%]	AL-21 발생시간
1	100	315360000(∞)
2	110	38.0952381
3	120	18.18181818
4	130	11.5942029
5	140	8.333333333
6	150	6.4
7	160	5.128205128
8	170	4.232804233
9	180	3.571428571
10	190	3.0651341
11	200	2.666666667
12	210	2.346041056
13	220	2.083333333
14	230	1.864801865
15	240	1.680672269
16	250	1.523809524
17	260	1.388888889
18	270	1.271860095
19	280	1.169590643
20	290	1.079622132
21	300	1

- 상기는 1000[msec]를 설정시 최종 과부하 테이블 예시입니다.
- 값이 작은 경우 200[%] 이상의 과부하가 걸리면 2초내에 AL-21(누적과부하알람)이 발생합니다.



Index	SubIndex	Name	Value
0x2031	0x0	Operation Time at Peak Current	60000

서보기준 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
101	315360000(∞)
110	31536000
120	1808384
130	904192
140	452096
150	226048
160	113024
170	56512
180	28256
190	14128
200	7064
210	3532
220	1766
230	883
240	66
250	60
260	50
270	43
280	37
290	35
300	32

VS

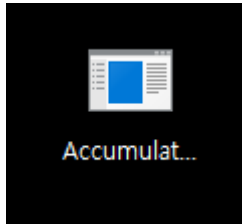
모터기준 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
100	315360000(∞)
110	2285.714286
120	1090.909091
130	695.6521739
140	500
150	384
160	307.6923077
170	253.968254
180	214.2857143
190	183.908046
200	160
210	140.7624633
220	125
230	111.8881119
240	100.8403361
250	91.42857143
260	83.33333333
270	76.31160572
280	70.1754386
290	64.77732794
300	60



실제 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
100	315360000(∞)
110	2285.714286
120	1090.909091
130	695.6521739
140	500
150	384
160	307.6923077
170	253.968254
180	214.2857143
190	183.908046
200	160
210	140.7624633
220	125
230	111.8881119
240	66
250	60
260	50
270	43
280	37
290	35
300	32

- 다음은 기존 보다 60배 큰 60000[msec]를 입력시 최종 과부하 테이블의 값 입니다.
- Operation Time at Peak Current[0x2031]의 입력값이 클수록 AL-21의 발생시간은 길어집니다.

Index	SubIndex	Name	Value
0x2031	0x0	Operation Time at Peak Current	



1000 입력시	
실제 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
101	398.0099502
110	38.0952381
120	18.18181818
130	11.5942029
140	8.333333333
150	6.4
160	5.128205128
170	4.232804233
180	3.571428571
190	3.0651341
200	2.666666667
210	2.346041056
220	2.083333333
230	1.864801865
240	1.680672269
250	1.523809524
260	1.388888889
270	1.271860095
280	1.169590643
290	1.079622132
300	1

2000 입력시	
실제 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
101	796.0199005
110	76.19047619
120	36.36363636
130	23.1884058
140	16.66666667
150	12.8
160	10.25641026
170	8.465608466
180	7.142857143
190	6.130268199
200	5.333333333
210	4.692082111
220	4.166666667
230	3.72960373
240	3.361344538
250	3.047619048
260	2.777777778
270	2.543720191
280	2.339181287
290	2.159244265
300	2

3000 입력시	
실제 과부하 테이블	
부하율[%]	AL-21 발생시간
101	1194.029851
110	114.2857143
120	54.54545455
130	34.7826087
140	25
150	19.2
160	15.38461538
170	12.6984127
180	10.71428571
190	9.195402299
200	8
210	7.038123167
220	6.25
230	5.594405594
240	5.042016807
250	4.571428571
260	4.166666667
270	3.815580286
280	3.50877193
290	3.238866397
300	3

- 누적과부하 계산기를 이용하여 위와 같이 임이의 Operation Time at Peak Current[0x2031]을 입력하고
- 각각의 필드에 알맞은 과부하 테이블을 쉽게 선정 할 수 있습니다.

Index	SubIndex	Name	Value	Default	Type	R/W	Unit	Min	Max
0x2031	0x0	Operation Time at Peak Current	5000	1	UINT	rw	ms	1	65535

↑  
입력

- 프로그램을 이용하여 적절한 설정값을 찾았다면 Operation Time at Peak Current[0x2031]에 입력하시기 바랍니다.
- 저장후 반드시 PHOX의 전원을 OFF/ON해야 새로운 과부하 테이블이 적용됩니다.

- 끝 -