

Brake Resistors User Manual

PosDrive NX Series



※ PosDrive 는 Danfoss VACON® NX series ODM 제품입니다.

본 매뉴얼은 Danfoss VACON® NX series 매뉴얼을 기준으로 작성되었습니다.

목 차

1. 일반사항	4
1.1 Braking 의 요구.....	4
1.2 Brake 부품.....	4
1.3 사용등급 (Classes of use).....	4
2. Technical Data	5
2.1 부분적 사용을 위한 표준 저항.....	5
2.1.1 380-500V range.....	6
2.1.2 208-240V range.....	7
2.1.3 525-690V range.....	8
2.2 Other Resistors.....	10
2.3 표준 저항기의 전력 정격.....	11
2.4 환경.....	13
2.5 LD Resistors 를 위한 온도보호 기능.....	13
2.5.1 열 보호.....	14
3. 제동 저항 선택	15
3.1 일반.....	15
3.2 Sizing 원리.....	15
3.2.1 제동시간 계산.....	15
3.2.2 관성 모멘트 계산.....	16
3.2.3 내부 저항.....	18
4. Connections	19
4.1 일반.....	19

1. 일반사항

1.1 Braking의 요구

AC 드라이브는 작동중인 비동기 모터의 속도를 줄이기 위해서 발전기로 전환되어 에너지를 AC 드라이브로 다시 공급합니다. 에너지는 DC-link의 전압을 증가시킵니다. AC 드라이브는 출력 주파수를 증가시켜 순간 슬립을 줄이고 모터 부하를 증가시켜 이러한 증가를 보상합니다.

이 경우 감속은 컨버터와 모터의 전력 손실에 따라 다릅니다.

이는 대부분의 경우 부하의 운동 에너지가 작거나 제동 시간이 중요하지 않은 펌프, 팬, 컨베이어 등의 경우 충분합니다.

손실이 허용하는 것보다 더 빨리 모터를 제동해야하는 경우, 공장에서 장착 된 내부 제동 초퍼와 함께 에너지 소비를 위해 외부 제동 저항을 사용해야 합니다. 부하의 추가 에너지는 브레이크 저항에서 열로 바뀝니다.

Dynamic Braking이 필요한 Application에는 일반적으로 매우 빠른 역전이 필요한 원심 분리기, 크레인, 일부 컨베이어 및 AC 드라이브가 포함됩니다.

1.2 Brake 부품

Brake Chopper는 제품 출고시 NX AC 드라이브에 장착된 추가 IGBT입니다.

작은 용량의 AC 드라이브 (FR4-FR6)에는 표준으로 포함되어 있습니다. DC-link 전압이 너무 높아지면 Brake IGBT가 켜지고 Brake 저항을 통해 커패시터가 방전됩니다. NX AC 드라이브에 포함되어 있는 Brake Chopper의 정격은 연속적인 AC 드라이브 정격 전력에 대한 것입니다.

Brake Resistor는 외장이며, 낮은 임피던스 저항입니다. 특정 애플리케이션에 맞는 전력처리 용량을 달성하기 위해 저항을 직/병렬로 연결하여 Table 7.의 제한 범위 내에서 사용할 수 있습니다.

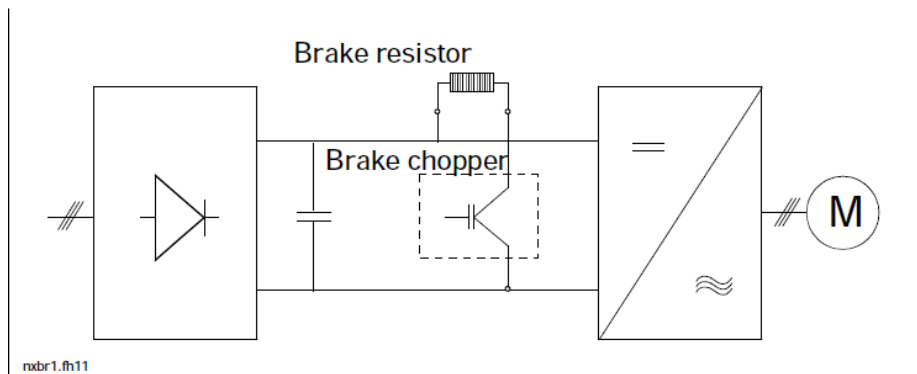


Figure 1. The brake components and their basic connection

1.3 사용등급 (Classes of use)

a) 부분적 사용 (Partial use) – 가장 일반적

이 프로세스는 정기적 또는 불규칙적인 빠른 감속, 정지 또는 역회전이 요구됩니다.

b) 연속 사용 (Continuous use)

모터는 일정한 토크로 지속적으로 제동합니다.

c) 조합 사용 (Combination Use)

모터는 가변 토크로 지속적으로 제동합니다.

d) DC-link voltage smoothing

Brake Resistor는 전원공급 장치로부터 과전압 spike를 완화시킵니다.

2. Technical Data

2.1 부분적 사용을 위한 표준 저항

208-240V, 380-500V 및 525-690V 공급 전압의 NX 제품에 부분적 사용을 위한 Brake Resistor은 아래 표에서 선택할 수 있습니다.

NX_5 범위의 경우 두 가지 범위의 제동 저항이 정의되어 있습니다. Heavy duty와 Light Duty입니다. Heavy Duty Resistor은 7-second Ramp와 함께 3-second full power 제동을 위한 Size 입니다. Light Duty Resistor는 full power에서 0까지의 5-second Ramp 정격입니다. 그림 2를 참조하십시오

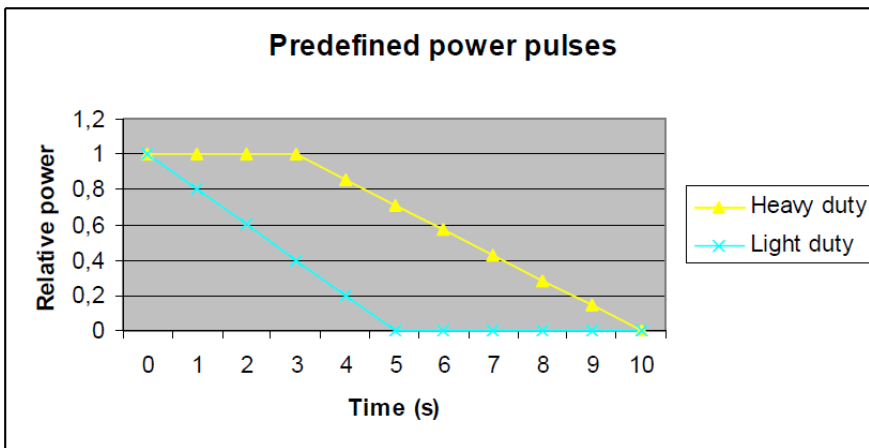


Figure 2. Heavy and light duty braking definitions.

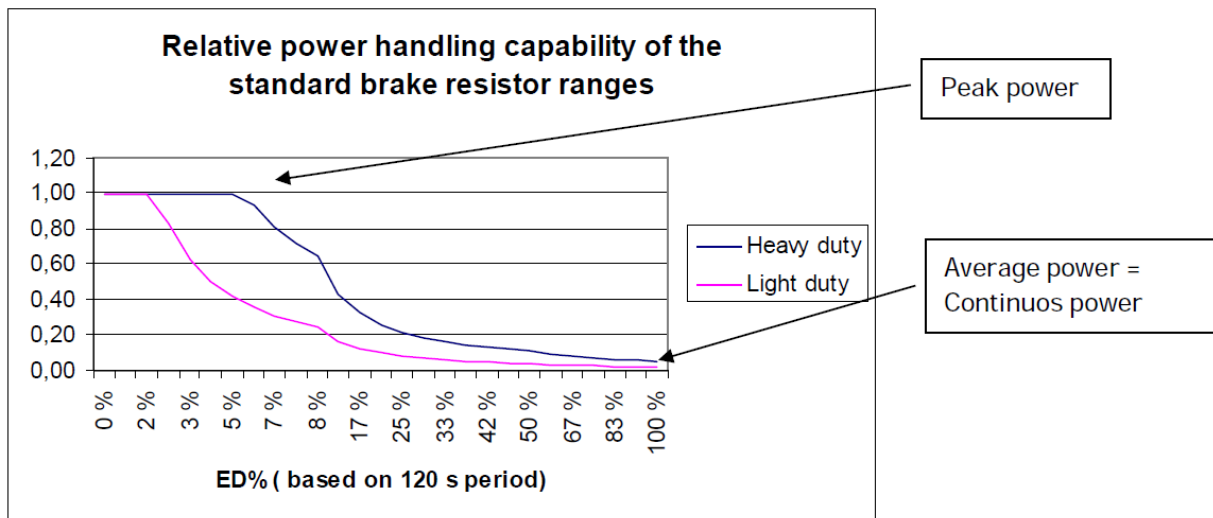


Figure 3. Peak and average power definitions.

2.1.1 380-500V range

Light duty		Energy [kJ]	Average power [kW]
Type code	Resistance	<i>5 sec full torque braking</i>	<i>1 pulse/2 min</i>
BRR 0022 LD 5	63	28	0.24
BRR 0031 LD 5	42	42	0.35
BRR 0045 LD 5	21	84	0.71
BRR 0061 LD 5	14	127	1.06
BRR 0105 LD 5	6.5	273	2.28
BRR 0300 LD 5	3.3	547	4.56
BRR 0520 LD 5	1.4	1270	10.6
BRR 0730 LD 5	0.9	1975	16.5
Heavy duty		Energy [kJ]	Average power [kW]
Type code	Resistance	<i>3 sec full torque decreasing to zero in 7s</i>	<i>1 pulse / 2min</i>
BRR 0022 HD 5	63	73	0.61
BRR 0031 HD 5	42	110	0.91
BRR 0045 HD 5	21	220	1.83
BRR 0061 HD 5	14	330	2.74
BRR 0105 HD 5	6.5	710	5.9
BRR 0300 HD 5	3.3	1421	11.8
BRR 0520 HD 5	1.4	3300	27.4
BRR 0730 HD 5	0.9	5132	43

Table 1. Brake resistors for the voltage range 380-500V

아래 표에 따라 저항을 선택하십시오.

Unit	Enclosure size	Light duty resistor	Heavy duty resistor
NX_ 0003 5 NX_ 0004 5 NX_ 0005 5 NX_ 0007 5 NX_ 0009 5 NX_ 0012 5	FR4	BRR 0022 LD 5	BRR 0022 HD 5
NX_ 0016 5 NX_ 0022 5	FR5	BRR 0022 LD 5	BRR 0022 HD 5
NX_ 0031 5	FR5	BRR 0031 LD 5	BRR 0031 HD 5
NX_ 0038 5 NX_ 0045 5	FR6	BRR 0045 LD 5	BRR 0045 HD 5
NX_ 0061 5	FR6	BRR 0061 LD 5	BRR 0061 HD 5
NX_ 0072 5 NX_ 0087 5	FR7	BRR 0105 LD 5	BRR 0105 HD 5
NX_ 0105 5	FR7	BRR 0105 LD 5	BRR 0105 HD 5
NX_ 0140 5	FR8	BRR 0300 LD 5	BRR 0300 HD 5

NX_0168 5			
NX_0205 5	FR8	BRR 0300 LD 5	BRR 0300 HD 5
NX_0261 5	FR9	BRR 0300 LD 5	BRR 0300 HD 5
NX_0300 5			
NX_0385 5	FR10	BRR 0520 LD 5	BRR 0520 HD 5
NX_0460 5			
NX_0520 5			
NX_0590 5	FR11	BRR 0730 LD 5	BRR 0730 HD 5
NX_0650 5			
NX_0730 5			
NX_0820 5	FR12	2 x BRR 0520 LD 5	2 x BRR 0520 HD 5
NX_0920 5			
NX_1030 5			

Table 2. Brake resistors used with AC drives

Light Duty Resistor : IP50 (with direct wire connection), BRR0022 LD5는 옵션으로 온도보호 기능이 있습니다.

Heavy Duty Resistor : IP20/21, Connection box, 온도보호 기능 표준

2.1.2 208-240V range

Light duty			
		Energy [kJ]	Average power [kW]
Type code	Resistance	<i>5 sec full torque braking</i>	<i>1 pulse/2 min</i>
BRR 0025 LD2	30	12.55	0.10
BRR 0031 LD2	20	18.8	0.16
BRR 0061 LD2	10	38	0.31
BRR 0114 LD2	3.3	114	0.95
BRR 0205 LD2	1.4	269	2.24
Heavy duty			
		Energy [kJ]	Average power [kW]
Type code	Resistance	<i>3 sec full torque decreasing to zero in 7 sec</i>	<i>1 pulse / 2min</i>
BRR 0034 LD6	30	32.6	0.27
BRR 0031 HD2	20	49	0.41
BRR 0061 HD2	10	98	0.81
BRR 0114 HD2	3.3	297	2.47
BRR 0205 HD2	1.4	699	5.81

Table 3. Brake resistors for the voltage range 208-240V

아래 표에 따라 저항을 선택하십시오.

Unit	Enclosure size	Light duty resistor	Heavy duty resistor
NX_0003 2 NX_0004 2 NX_0007 2 NX_0008 2 NX_0011 2 NX_0012 2	FR4	BRR 0025 LD 2	BRR 0034 LD6 *
NX_0017 2 NX_0025 2	FR5	BRR 0025 LD 2	BRR 0034 LD6 *
NX_0031 2	FR5	BRR 0031 LD 2	BRR 0031 HD 2
NX_0048 2 NX_0061 2	FR6	BRR 0061 LD 2	BRR 0061 HD 2
NX_0075 2 NX_0088 2 NX_0114 2	FR7	BRR 0114 LD 2	BRR 0114 HD 2
NX_0140 2 NX_0170 2 NX_0205 2	FR8	BRR 0205 LD2	BRR 0205 HD2
NX_0261 2 NX_0300 2	FR9	BRR 0205 LD2	BRR 0205 HD2

Table 4. Brake resistors used with AC drives

* = 온도 switch (OT1) 옵션

Light Duty Resistor : IP50 (with direct connection)

Heavy Duty Resistor : IP20/21, connection box, 온도보호기능 표준

2.1.3 525-690V range

Light duty			
		Energy [kJ]	Average power [kW]
<i>Type code</i>	<i>Resistance</i>	<i>5 sec full torque braking</i>	<i>1 pulse/2 min</i>
BRR 0013 LD 6	100	34	0.28
BRR 0034 LD 6	30	113	0.94
BRR 0052 LD 6	18	188	1.6
BRR 0100 LD 6	9	376	3.1
BRR 0208 LD 6	7	484	4.0
BRR 0416 LD 6	2.5	1355	11
BRR 0590 LD 6	1.7	1993	17
Heavy duty			
		Energy [kJ]	Average power [kW]
<i>Type code</i>	<i>Resistance</i>	<i>3 sec full torque decreasing to zero in 7 sec</i>	<i>1 pulse / 2min</i>
BRR 0013 HD 6	100	88	0.73

BRR 0034 HD 6	30	294	2.4
BRR 0052 HD 6	18	489	4.1
BRR 0100 HD 6	9	978	8.1
BRR 0208 HD 6	7	1258	10
BRR 0416 HD 6	2.5	3523	29
BRR 0590 HD 6	1.7	5181	43

Table 5. Brake resistors for the voltage range 525-690V

아래 표에 따라 저항을 선택하십시오.

Unit	Enclosure size	Light duty resistor	Heavy duty resistor
NX_0003 6 NX_0004 6 NX_0005 6 NX_0007 6 NX_0010 6 NX_0013 6	FR6	BRR 0013 LD 6	BRR 0013 HD 6
NX_0018 6 NX_0022 6 NX_0027 6 NX_0034 6	FR6	BRR 0034 LD 6	BRR 0034 HD 6
NX_0041 6 NX_0052 6	FR7	BRR 0052 LD 6	BRR 0052 HD 6
NX_0062 6 NX_0080 6 NX_0100 6	FR8	BRR 0100 LD 6	BRR 0100 HD 6
NX_0144 6 NX_0170 6 NX_0208 6	FR9	BRR 0208 LD 6	BRR 0208 HD 6
NX_0261 6 NX_0325 6 NX_0385 6 NX_0416 6	FR10	BRR 0416 LD 6	BRR 0416 HD 6
NX_0460 6 NX_0502 6 NX_0590 6	FR11	BRR 0590 LD 6	BRR 0590 HD 6
NX_0650 6 NX_0750 6 NX_0820 6	FR12	BRR 0416 LD 6	BRR 0416 HD 6

Table 6. Brake resistors used with AC drives

Light Duty Resistor : IP50 (with direct connection)

Heavy Duty Resistor : IP20/21, connection box, 온도보호기능 표준

2.2 Other Resistors

다른 Type의 Resistor를 사용하는 경우, 저항은 정의된 최소 저항보다 높아야합니다. 전력 처리용량이 애플리케이션에 충분해야 합니다. (* When you use the recommended resistor types.)

Mains voltage 208-240 V, 50/60 Hz, 3~			
Enclosure size	Drive type	The minimum brake resistance [Ω]	Brake power* @ 405 VDC [kW]
FR4	0003	30	0.55
	0004	30	0.75
	0007	30	1.1
	0008	30	1.5
	0011	30	2.2
	0012	30	3.0
FR5	0017	30	4.0
	0025	30	5.5
	0031	20	7.5
FR6	0048	10	11.0
	0061	10	15.0
FR7	0075	3.3	22.0
	0088	3.3	22.0
	0114	3.3	30.0
FR8	0140	1.4	37.0
	0170	1.4	45.0
	0205	1.4	55.0
FR9	0261	1.4	75.0
	0300	1.4	90.0

Table 7. Specification for other types of resistors

Mains voltage 380-500 V, 50/60 Hz, 3~			
Enclosure size	Drive type	The minimum brake resistance [Ω]	Brake power* @ 845 VDC [kW]
FR4	0003	63	1.5
	0004	63	2.2
	0005	63	3.0
	0007	63	4.0
	0009	63	5.5
	0012	63	7.5
FR5	0016	63	11.0
	0022	63	11.3
	0031	42	17.0
FR6	0038	19	22.0
	0045	19	30.0
	0061	14	37.0
FR7	0072	6.5	45.0
	0087	6.5	55.0
	0105	6.5	75.0
FR8	0140	3.3	90.0
	0168	3.3	110.0
	0205	3.3	132.0
FR9	0261	2.5	160.0
	0300	2.5	200.0
FR10	0385	1.4	250.0
	0460	1.4	315.0
	0520	1.4	355.0
FR11	0590	0.9	400.0
	0650	0.9	450.0
	0730	0.9	500.0
FR12	0820	2 x 1.4	560.0
	0920	2 x 1.4	630.0
	1030	2 x 1.4	710.0

Table 8. Specification of brake resistors in 380-500 V

Mains voltage 525-690 V, 50/60 Hz, 3~			
Enclosure size	Drive type	The minimum brake resistance [Ω]	Brake power* @ 1166 VDC [kW]
FR6	0004	100	3.0
	0005	100	4.0
	0007	100	5.5
	0010	100	7.5
	0013	100	11.0
	0018	30	15.0
	0022	30	18.5
	0027	30	22.0
FR7	0034	30	30.0
	0041	18	37.5
FR8	0052	18	45.0
	0062	9	55.0
FR9	0080	9	75.0
	0100	9	90.0
	0125	6.7	110.0
FR10	0144	6.7	132.0
	0170	6.7	160.0
	0208	6.7	194.2
	0261	2.5	250.0
FR11	0325	2.5	315.0
	0385	2.5	355.0
	0416	2.5	400.0
	0460	1.7	450.0
FR12	0502	1.7	500.0
	0590	1.7	560.0
	0650	2 x 2.5	630.0
FR12	0750	2 x 2.5	710.0
	0820	2 x 2.5	800.0

Table 9. Specification of brake resistors in 525-690 V

2.3 표준 저항기의 전력 정격

Duty Cycle에 따른 표준 저항기의 전력 처리 용량은 그림 4에 표시되어 있습니다. 이 그림은 다양한 Duty Cycle에서 continuous 120s 제동과 비교한 상대 전력 처리 용량을 보여줍니다.

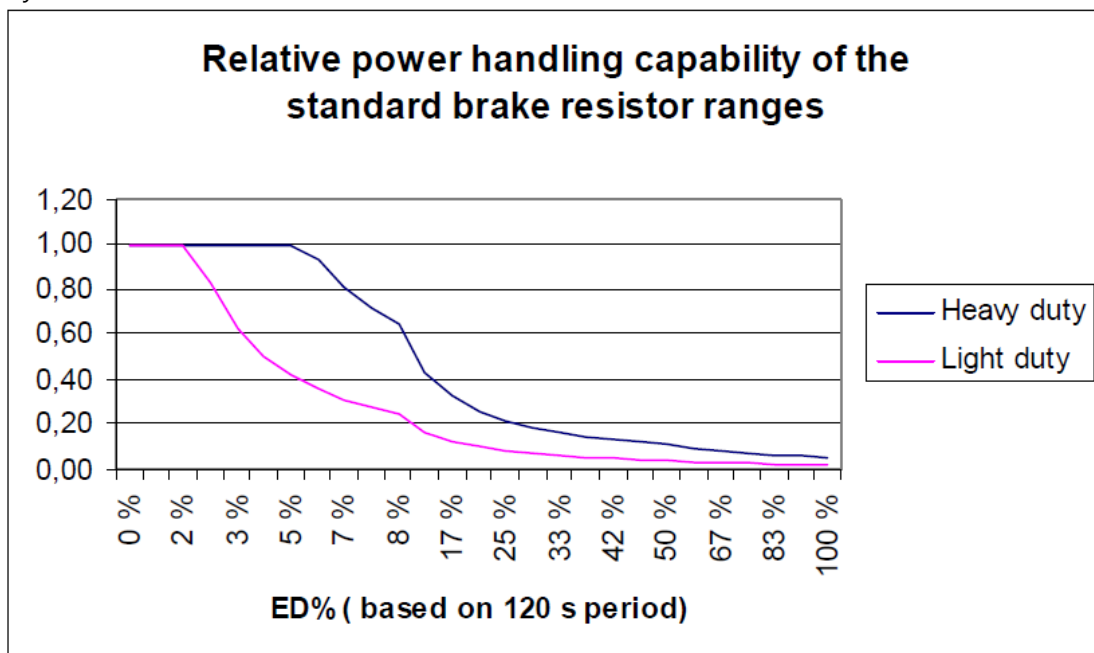


Figure 4. Relative power rating of standard resistors

	Power at different duty cycles based on a 120 sec cycle					
	100% ED	60% ED	40 % ED	25 % ED	10 % ED	5 % ED
	kW					
BRR 0025 LD 2	0.10	0.17	0.26	0.42	1.0	2.1
BRR 0031 LD 2	0.16	0.26	0.39	0.63	1.6	3.1
BRR 0061 LD 2	0.31	0.52	0.78	1.3	3.1	6.3
BRR 0114 LD 2	0.95	1.6	2.4	3.8	9.5	19.0
BRR 0205 LD 2	2.2	3.7	5.6	9.0	22	45
BRR 0022 LD 5	0.24	0.39	0.59	0.94	2.4	4.7
BRR 0031 LD 5	0.35	0.59	0.88	1.41	3.5	7.1
BRR 0045 LD 5	0.71	1.2	1.8	2.8	7.1	14.1
BRR 0061 LD 5	1.1	1.8	2.6	4.2	10.6	21
BRR 0105 LD 5	2.3	3.8	5.7	9.1	23	46
BRR 0300 LD 5	4.6	7.6	11.4	18.2	46	91
BRR 0520 LD 5	11	17.6	26	42	106	212
BRR 0730 LD 5	16	27	41	66	165	329
BRR 0013 LD 6	0.28	0.47	0.71	1.13	2.8	5.6
BRR 0034 LD 6	0.94	1.6	2.4	3.8	9.4	18.8
BRR 0052 LD 6	1.6	2.6	3.9	6.3	15.7	31
BRR 0100 LD 6	3.1	5.2	7.8	12.5	31	63
BRR 0208 LD 6	4.0	6.7	10.1	16.1	40	81
BRR 0416 LD 6	11	19	28	45	113	226
BRR 0590 LD 6	17	28	42	66	166	332
BRR 0031 HD 2	0.41	0.68	1.0	1.6	4.1	8.1
BRR 0061 HD 2	0.81	1.4	2.0	3.3	8.1	16.3
BRR 0114 HD 2	2.5	4.1	6.2	9.9	25	49
BRR 0205 HD 2	5.8	9.7	14.5	23	58	116
BRR 0022 HD 5	0.61	1.02	1.52	2.44	6.1	12.2
BRR 0031 HD 5	0.91	1.5	2.3	3.7	9.1	18.3
BRR 0045 HD 5	1.8	3.0	4.6	7.3	18.3	37
BRR 0061 HD 5	2.7	4.6	6.9	11.0	27	55
BRR 0105 HD 5	5.9	9.8	14.8	24	59	118
BRR 0300 HD 5	11.8	19.7	30	47	118	236
BRR 0520 HD 5	27	46	69	110	274	549
BRR 0730 HD 5	43	71	107	171	427	854
BRR 0013 HD 6	0.73	1.2	1.8	2.9	7.3	14.6
BRR 0034 HD 6	2.4	4.1	6.1	9.8	24	49
BRR 0052 HD 6	4.1	6.8	10.2	16.3	41	81
BRR 0100 HD 6	8.1	13.6	20	33	81	163
BRR 0208 HD 6	10	17.4	26	42	105	209
BRR 0416 HD 6	29	49	73	117	293	586
BRR 0590 HD 6	43	72	108	172	431	862

Table 10.

2.4 환경

Surface temperature of the resistor box	<80°C
Maximum ambient temperature	30°C
Protection class	IP20, IP21, IP50

NOTE! 저항 패키지를 장착 할 때, 높은 표면 온도 (최대 200 °C)를 기록하십시오. 장착 표면은 불연성이어야하며 저항 주위에 충분한 여유 공간이 있어야합니다 (100mm). 저항은 자유 공간에서 자연 대류 냉각을 위해 설계되었습니다. 통풍이 잘 되도록하십시오.

2.5 LD Resistors를 위한 온도보호 기능

사용 중인 과열센서 2가지가 있으며, 표면이 매끄러운 저항기와 냉각핀에 있습니다. 대형 강판 저항기에는 열 감시 기능이 표준으로 내장되어 있습니다.

OT1 - 냉각핀이 있는 제동저항용



Figure 5. Thermal supervision OT1

이것은 저항기를 수직으로 장착 할 때 하단 (커넥터) 끝에 장착하기 위한 것입니다. 핀에 나사로 고정되어 있습니다.

BRR 0114 LD 2	BRR 0031 LD 5	BRR 0034 LD 6
BRR 0205 LD 2	BRR 0045 LD 5	BRR 0052 LD 6
	BRR 0061 LD 5	BRR 0100 LD 6
	BRR 0105 LD 5	BRR 0206 LD 6
BRR 0031 HD 2	BRR 0300 LD 5	
BRR 0061 HD 2		BRR 0013 HD 6
BRR 0114 HD 2	BRR 0022 HD 5	BRR 0034 HD 6
BRR 0205 HD 2	BRR 0031 HD 5	
	BRR 0045 HD 5	
	BRR 0061 HD 5	

Table 11. Types

OT2

이 열 감지기는 표면이 매끄러운 저항기를 위해 설계되었습니다. 서미스터는 클립 아래에 위치하며 클립은 저항기 표면에 고정됩니다.

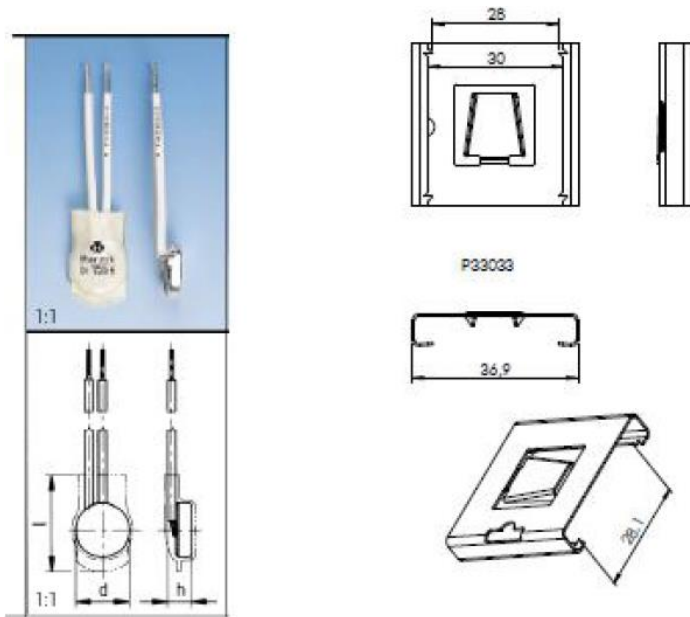


Figure 6. Thermal protection and the holder for it

2.5.1 열 보호

저항기의 열 보호 센서는 AC 드라이브의 external Fault input으로 연결되어야 합니다.

3. 제동 저항 선택

3.1 일반

AC 드라이브의 제동 저항을 선택할 때는 프로세스 / AC 드라이브의 요구 사항부터 시작하십시오. 제동 저항의 선택은 다음의 영향을 받습니다.

- a) 한 사이클 동안의 평균 제동력 : 이것은 브레이크 저항에 필요한 전력 소비를 정의합니다
- b) 최대 전력 소비 : 이것은 제동 저항의 순간 전력 처리 용량을 정의합니다.
- c) 브레이크 IGBT의 최대 전류 : 이것은 제동 저항의 최소 저항을 정의합니다.

VACON 기술 지원은 제동과 관련된 모든 문제를 해결해드립니다.

3.2 Sizing 원리

모든 회전 부품에는 운동 에너지가 포함되어 있습니다. 부하가 제동 될 때, 고속과 저속의 에너지 차이는 어딘가에서 소모되어야 합니다. 일부 에너지는 모터와 AC 드라이브의 손실에 사용되지만 대부분은 제동 저항에서 손실됩니다.

속도 n 으로 부터 부하의 에너지는 다음 공식으로 제공됩니다.

$$E = \frac{1}{2} J \omega^2 \quad (J: \text{부하의 관성모멘트(kgm}^2\text{)}, \omega : \text{부하의 회전속도(radian/s)})$$

공학 단위

$$E = \frac{1}{182.3} J n^2 \quad (n: \text{회전속도(1/min)})$$

따라서 두 속도에서 에너지 차이는

$$\Delta E = E_1 - E_2 = \frac{1}{182.3} J (n_1^2 - n_2^2) = \frac{1}{2} J (\omega_1^2 - \omega_2^2)$$

필요한 평균전력은

$$P = \frac{\Delta E}{t} \quad (t: \text{제동시간})$$

만일 부하가 total cycle time t_c 인 cycle을 갖는다면

$$P = \frac{\Delta E}{t_c}$$

선택한 저항이 이 전력을 처리 할 수 있어야 합니다. 제동 시간이 1min보다 길면 지속적인 제동력을 위해 저항 크기를 조정해야 합니다.

3.2.1 제동시간 계산

부하를 가속 또는 제동하는데 필요한 시간은 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

기본식

$$T = J \frac{d\omega}{dt} \quad (T: \text{필요 토크})$$

부하의 속도를 변경하는데 필요한 시간

$$\Delta t = J \frac{\omega_1 - \omega_2}{T}$$

또는 시간(t)에서 속도를 변화시키는데 필요한 토크

$$T = J \frac{\omega_1 - \omega_2}{t}$$

사용 가능한 토크는 모터에 의해 발생하는 토크 T_{motor} 와 부하 및 마찰에 의해 발생하는 제동토크 T_{load} 구성됩니다.

$$T_{total} = T_{motor} + T_{load}$$

대부분의 경우 마찰 토크는 부하를 제동하기에 충분하거나 더 클 수도 있는데, 속도가 느려지더라도 모터가 부하를 구동해야 합니다.

모터에 필요한 이 토크는 모터의 정격 토크와 비교해야 합니다.

$$T = 9550 \frac{P}{n}$$

정격 토크가 높으면 모터는 필요한 가속을 수행 할 수 있습니다.

3.2.2 관성 모멘트 계산

모터에 의해 '보여지는' 관성 모멘트는 모터 관성 + 부하 관성으로 구성되며 다음과 같이 기어비에 의해 변경됩니다.

$$J_{tot} = J_{motor} + g^2 J_{load} \quad (g: \text{기어비}, J_{motor}: \text{모터 관성}, J_{load}: \text{부하 관성})$$

부하 속도가 모터 속도보다 높으면 비율 $g > 1$ 이고, 부하 속도가 모터 속도보다 낮으면 $g < 1$ 입니다. 많은 경우에 모터의 관성 모멘트는 부하의 관성 모멘트에 비해 매우 작습니다. 부하가 매우 느리게 회전하는 경우 (즉, 기어비가 낮음) 모터 관성이 중요합니다.

일반적인 모양의 관성 모멘트가 Figure 7.에 나와 있습니다.

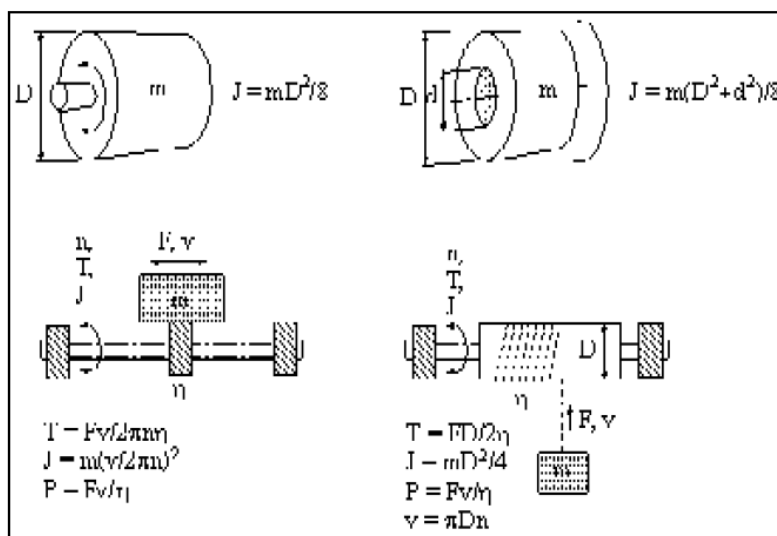
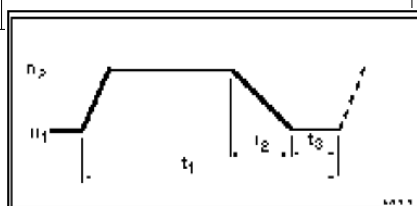


Figure 7.

특정 기계의 관성 모멘트는 종종 명판에 명시되어 있습니다. 그렇지 않으면 제조업체는 이 정보를 제공 할 책임이 있습니다.

Sizing 순서 :

1. Maximum speed	n_1		rpm
2 Minimum speed	n_2		rpm
3 Moment of inertia = $J_{tot} = J_{motor} + g^2 J_{load}$ g = gear ratio	J		kgm ²
4 Energy to be dissipated	$\Delta E = E_1 - E_2 = \frac{1}{182,3} \frac{J(n_1^2 - n_2^2)}{1000}$		kJ
5 Braking time	t		s
6 Braking power	$P = \frac{\Delta E}{t}$		kW
7 Determine duty cycle for braking t ₁ = duration of cycle – assumption 120 s.	$f = \frac{t}{t_1}$		
8 Determine average power for the resistor	$P_{ave} = fP$		kW
9 Calculate the relative power required. P _{res} = peak power of chosen resistor	$P_{rel} = \frac{P_{ave}}{P_{res}}$		%
10 Verify that the pair of values in 7 and 9 are within limits for the chosen resistor – see Figure 7			
7 Calculate the braking torque required	$T = J \times 0,105 \times \frac{n_1 - n_2}{t}$		Nm
8 Verify motor rated torque > required torque P _M in kW n _M in rpm	$T_M = 9550 \times \frac{P_M}{n_M}$		Nm



t₁ = length of cycle
 t₂ = deceleration time
 t₃ = stop time
 n₁ = minimum speed of motor
 n₂ = maximum speed of motor

Figure 8. Speed profile of one drive cycle.

표준 저항 범위의 상대 전력 처리 능력은 아래 그림에 나와 있습니다.

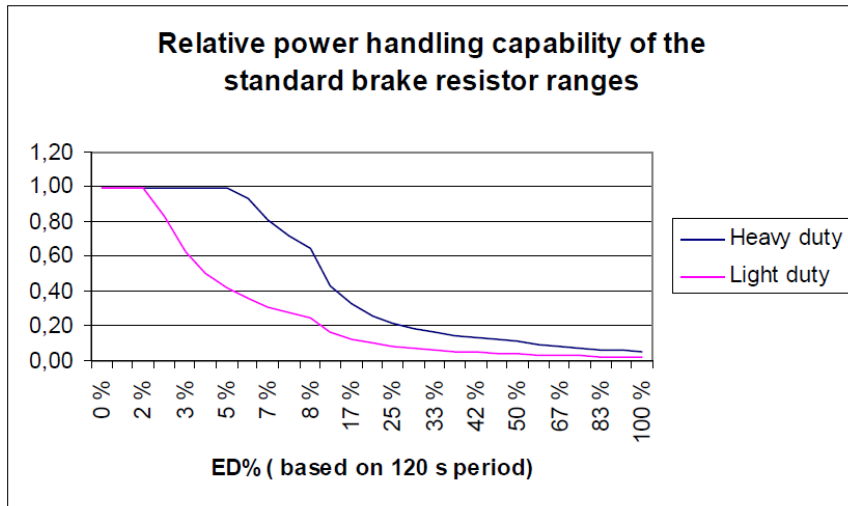


Figure 9.

확인사항 :

- a) 선택한 브레이크 저항 Type이 필요한 전력을 처리 할 수 있습니다.
(브레이크 IGBT 전류는 장치에 의해 제한되므로 AC 드라이브에 지정된 최소값보다 작은 임피던스의 저항은 사용할 수 없습니다.)
- b) 그렇지 않은 경우, 저항은 응용 분야에 맞게 특별히 크기를 조정해야 합니다. 많은 경우 표준 저항의 직렬 및 병렬 연결의 적절한 조합이 해결책 일 수 있으며, 다른 경우에는 특수 저항을 정의하고 제조해야 합니다.

3.2.3 내부 저항

FR4, FR5 및 FR6 (380-500V)에는 공장 옵션으로 내부 제동 저항이 장착 될 수 있습니다. 브레이크 저항은 1분 간격으로 정격 모터 속도에서 0까지 2초 최대 토크 제동 또는 1초 최대 전력 제동을 위해 설계되었습니다.

Type code	Resistance [Ω]	Energy 2 s full torque braking [kJ]	Average power 1 pulse/min [W]
NX_5 FR4	120	4	45
NX_5 FR5	55	8.9	100
NX_5 FR6	30	16	175

Table 12.

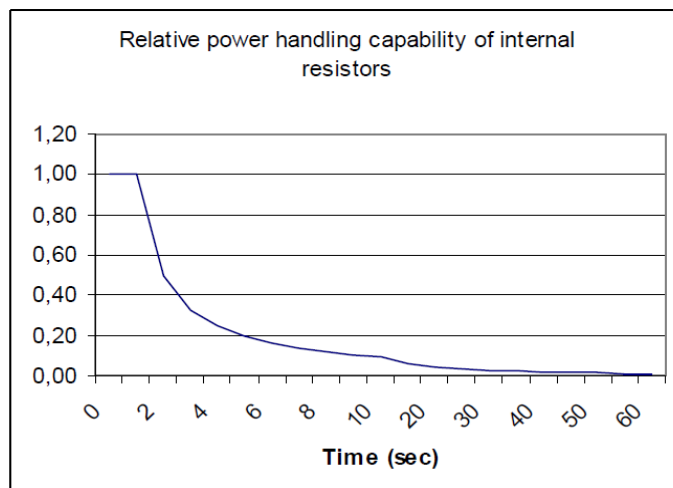


Figure 10.

4. Connections

4.1 일반

AC 드라이브에 브레이크 초퍼가 장착되어 있는지 확인하십시오. 이것은 공장 설치 옵션입니다!

브레이크 저항은 AC 드라이브의 DC+ 와 R- 커넥터에 연결되어 있습니다. 최소 케이블 크기는 표 1 및 표 2에 나와 있습니다. 케이블 크기를 조정할 때 AC 드라이브의 입력 퓨즈도 이 케이블을 보호한다는 점에 유의하십시오.

브레이크 저항기 케이블을 다른 케이블과 너무 가까이 사용하지 마십시오. 예를 들어 제어 케이블에 대한 권장 최소 거리는 0.5m입니다.

NOTE! 브레이크 저항을 연결하려면 AC 드라이브를 주전원에서 분리하십시오. AC 드라이브 커버를 열기 전에 5분 이상 기다리십시오. 측정을 수행하여 DC 및 R- 커넥터에 전압이 없는지 확인하십시오.

NX 제품의 User Manual내 chapter Safety를 읽어보십시오

Resistor	Cable and terminal	Resistor	Cable and terminal
BRR 0025 LD 2	Integral AWG16		
BRR 0031 LD 2	Integral AWG16	BRR 0031 HD 2	6
BRR 0061 LD 2	Integral AWG16	BRR 0061 HD 2	6
BRR 0114 LD 2	Integral AWG10	BRR 0114 HD 2	16
BRR 0205 LD 2	16-50	BRR 0205 HD 2	16-50
BRR 0022 LD 5	Integral AWG16	BRR 0022 HD 5	6
BRR 0031 LD 5	Integral AWG16	BRR 0031 HD 5	6
BRR 0045 LD 5	Integral AWG16	BRR 0045 HD 5	6
BRR 0061 LD 5	Integral AWG14	BRR 0061 HD 5	16
BRR 0105 LD 5	16	BRR 0105 HD 5	M8 / 3X16+16
BRR 0300 LD 5	16-50	BRR 0300 HD 5	M8 / 3X70+35
BRR 0520 LD 5	M8 / 3X95+50	BRR 0520 HD 5	M8 / 3X95+50
BRR 0730 LD 5	M8 / 3X95+50	BRR 0730 HD 5	M8 / 3X95+50
BRR 0013 LD 6	Integral AWG16	BRR 0013 HD 6	6
BRR 0034 LD 6	Integral AWG16	BRR 0034 HD 6	6
BRR 0052 LD 6	Integral AWG14	BRR 0052 HD 6	6
BRR 0100 LD 6	16-50	BRR 0100 HD 6	M8/3X16+16
BRR 0208 LD 6	16-50	BRR 0208 HD 6	M8/3X50+25
BRR 0416 LD 6	M8/ 3X70+35	BRR 0416 HD 6	M8/ 3X70+35
BRR 0590 LD 6	M8/ 3X70+35	BRR 0590 HD 6	M8/ 3X70+35

Table 13.Cable sizing

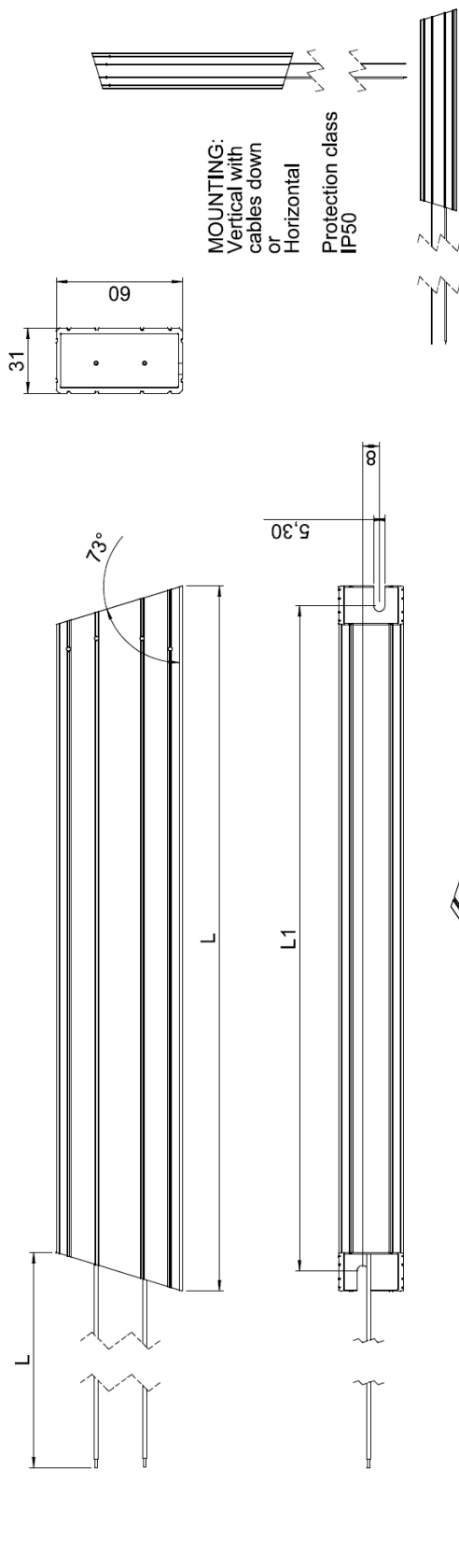
M8 = 저항기의 M8 bolt

일반 3상 케이블의 도체 2개만 있으면 됩니다. 케이블의 실드는 양쪽 끝에 연결되어야 합니다.

사용하지 않는 세 번째 커넥터는 한 쪽 끝을 접지에 연결하여 접지해야 합니다.

AWG Number	Ø [In]	Ø [mm]	Ø [mm ²]
6/0 = 000000	0.580	14.73	170.30
5/0 = 00000	0.517	13.12	135.10
4/0 = 0000	0.460	11.7	107
3/0 = 000	0.410	10.4	85.0
2/0 = 00	0.365	9.26	67.4
1/0 = 0	0.325	8.25	53.5
2	0.258	6.54	33.6
4	0.204	5.19	21.1
6	0.162	4.11	13.3
8	0.128	3.26	8.36
10	0.102	2.59	5.26
12	0.0808	2.05	3.31
14	0.0641	1.63	2.08
16	0.0508	1.29	1.31
18	0.0403	1.02	0.823
20	0.0320	0.812	0.518

Table 14. Cable sizes



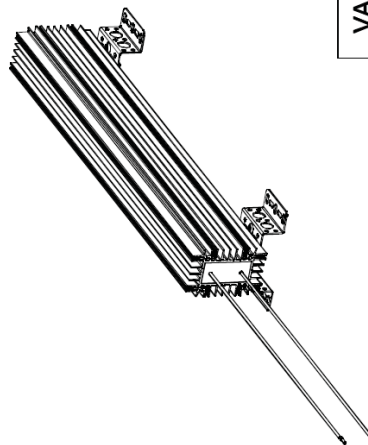
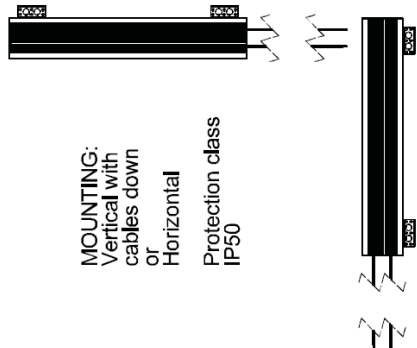
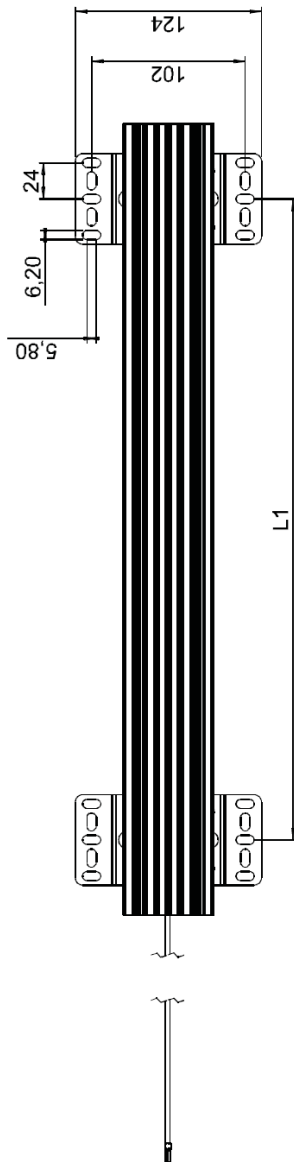
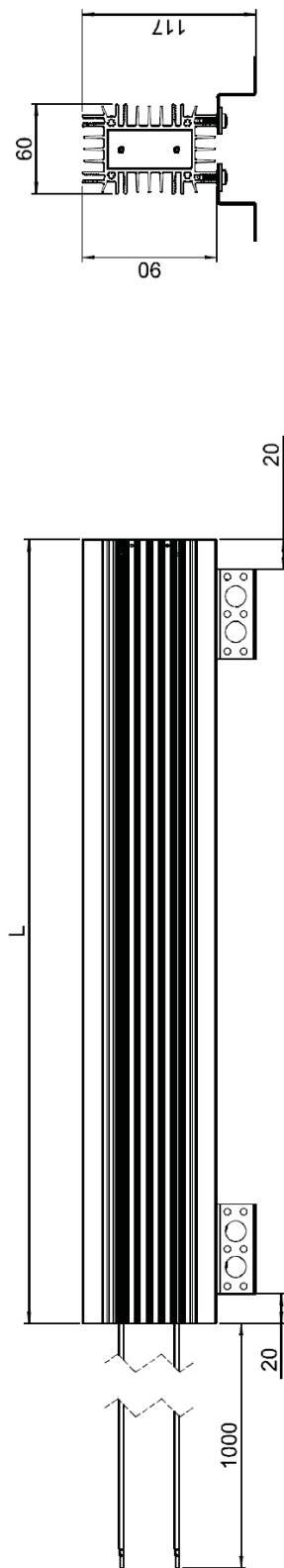
VACON TYPE	R OHM	FRAME SIZE	CABLE mm ²	LINE VOLTAGE V	NOMINEL POWER Kw	L mm	L1 mm	Weight kg	ID
BRR 0025 LD 2	30	F4/F5	AWG16	230	0,11	165	146	0,39	CBV 165 C 30R
BRR 0031 LD 2	20	F5	AWG16	230	0,2	265	246	0,88	CBV 265 C 20
BRR 0061 LD 2	10	F6	AWG16	230	0,33	405	386	1,45	CBV 405 CH 10R
BRR 0022 LD 5	63	F4/F5	AWG16	500	0,27	335	316	1,2	CBV 335 C 63R
BRR 0013 LD 6	100	F6	AWG16	690	0,33	405	386	1,45	CBV 405 C 100R
BRR 0022 FP 5	63		AWG16		0,27	335	316	1,2	CBV 335 C 600 63R

VACON OYJ
 Ruuskitie 7 Tel: + 358 (0) 201 2121
 P.O. Box 25 Fax: + 358 (0) 201 212207
 65381 YAASA
 FINLAND

DRAWN: P. Mandel
 APPROVED:
 SCALE: 1:2

NOTE:
 NAME: BRR 0025 LD 2
 PROJ:

FILE: SHEET: A3
 DRAWING NO: 430CBVXXXC
 REVISION:



VACON TYPE	R OHM	FRAME SIZE	CABLE mm ²	LINE VOLTAGE V	NOMINEL POWER Kw	L mm	L1 mm	Weight kg	ID
BRR 0114 LD 2	3.3	F17	AWG10	230	0.95	426	326	3.3	CBR-V 426 CH 3R3
BRR 0031 LD 5	42	F5	AWG16	500	0.35	405	386	1.45	CBV 405 C 423 42R UL
BRR 0045 LD 5	21	F6	AWG16	500	0.71	426	326	3.3	CBR-V 426 CH 800 21R
BRR 0061 LD 5	14	F6	AWG14	500	1.06	526	426	4	CBR-V 526 CH 800 14R
BRR 0034 LD 6	30	F6	AWG16	690	0.94	426	326	3.3	CBR-VM 426 CH 30R
BRR 0052 LD 6	18	F17	AWG14	690	1.57	725	626	5.6	CBR-VM 725 CH 18R

VACON OY
 Ruusutie 7 Tsk. +358 (0) 201 2121
 P.O. Box 25, Fax: +358 (0) 201 212207
 65381 VAASA
 FINLAND

DRAWN: P.Mandel
 APPROVED:
 SCALE: 1:3

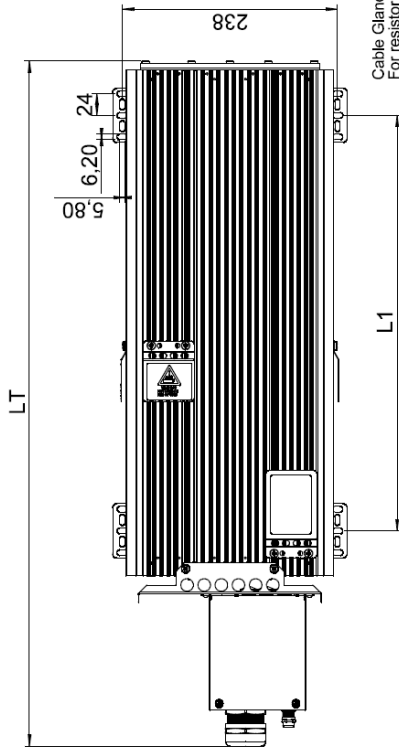
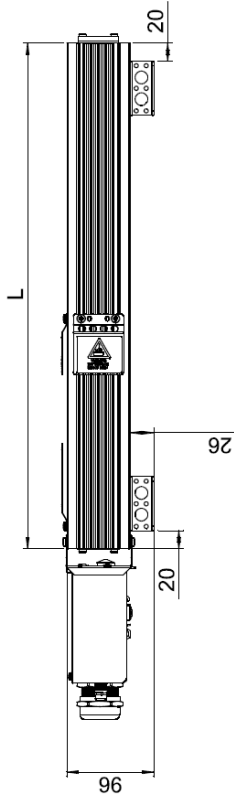
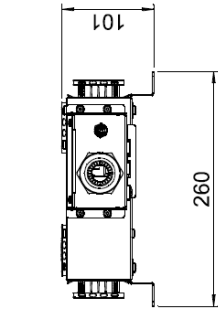
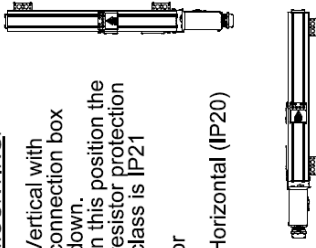
NOTE:
 NAME: BRR 0114 LD2

FILE:
 SHEET: A3

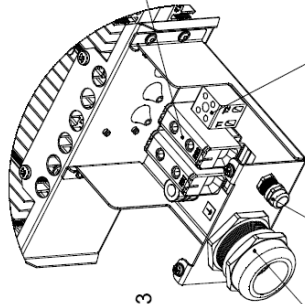
DRAWING NO:
 REVISION:
 430CBR-Vxxx C

MOUNTING:

Vertical with connection box down.
In this position the resistor protection class is IP21
or
Horizontal (IP20)



DETAIL B
SCALE 1 : 3

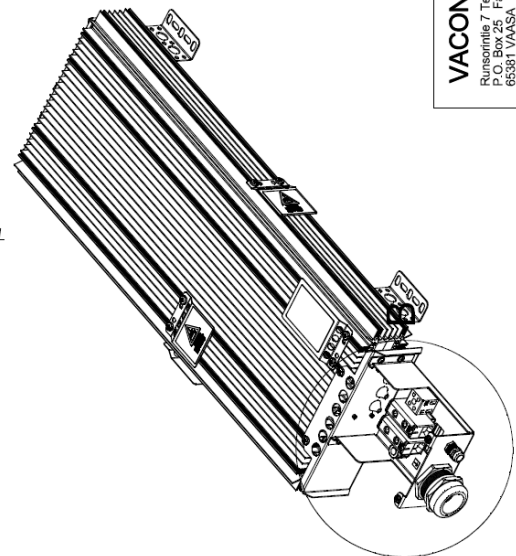


Resistor terminals
Marked RB1 / RB2
Type: Ensto KE61:
IEC: 2,6 - 50 mm² / 750V
2,5 - 16 mm²: Use Ferrules
UL: AWG 1/0 - 6 / 600V
Wire Stripping: 23mm (7/8 in)
Terminal torque tightening: 10Nm (90 in.lb)

Thermo Switch Connection
Marked: T1/T2
Type: PHOENIX GS/2 with Screw Connection.
IEC: 0, 2-4 mm² / 500V
UL: AWG 24 -12 / 300V
Wire Stripping: 8 mm
Terminal torque tightening: 0.6 - 0.8 Nm

Cable Gland with Screen Connection
For resistor cable
MS-SC-M
Clamping Range: 19-28 mm
Minimum Braid Diam: 15 mm

Cable gland for Thermo switch Connection
MS-M
Clamping Range: 3,5 - 7,0 mm



VACON TYPE	R	OHM	FRAME	CABLE	LINE VOLTAGE VAC	NOMINEL POWER	L	L1	WT	Thermostat	ID
BRR 0205 LD 2	1,4	F7	F7	16-50	230	2,5	545	454	745	N	CBT-H 545 GH 181 1R4
BRR 0114 HD 2	3,3	F7	F7	16	230	2,8	660	560	860	Y	CBT-H 660 GH 281 3R3
BRR 0105 LD 5	6,5	F7	F7	16	500	2,8	660	560	860	N	CBT-H 660 GH 281 6R5
BRR 0061 HD 5	14	F6	F6	16	500	2,8	660	560	860	Y	CBT-H 660 GH 281 14R
BRR 0700 LD 6	9	F8	F8	16-50	690	3,2	760	660	960	N	CBT-H 760 GH 281 9R0

VACON OYJ

Ruussonitie 7 Tel: + 358 (0) 201 2121
P.O. Box 25 Fax: + 358 (0) 201 212207
65381 VAAASA
FINLAND

DRAWN: **PM**

APPROVED:

SCALE: **1:5**

NOTE:

NAME: **BRR 0205 LD 2**

FILE:

DRAWING NO:

430CBT-HxxxGT281

SHEET: **A3**

REVISION: