



Braking Unit

BUy-1020...1085

■ ■ ■ ■ Instruction Manual

GEFRAN

Vi ringraziamo per avere scelto questo prodotto GEFRAN.

Saremo lieti di ricevere all'indirizzo e-mail: techdoc@gefran.com qualsiasi informazione che possa aiutarci a migliorare questo manuale.

Durante il suo periodo di funzionamento conservate il manuale in un luogo sicuro e a disposizione del personale tecnico.

GEFRAN S.p.A. si riserva la facoltà di apportare modifiche e varianti a prodotti, dati, dimensioni, in qualsiasi momento senza obbligo di preavviso.

I dati indicati servono unicamente alla descrizione del prodotto e non devono essere intesi come proprietà assicurate nel senso legale.

Tutti i diritti riservati.

Thank you for choosing this GEFRAN product.

We will be glad to receive any possible information which could help us improving this manual. The e-mail address is the following: techdoc@gefran.com.

Keep the manual in a safe place and available to engineering and installation personnel during the product functioning period.

GEFRAN S.p.A has the right to modify products, data and dimensions without notice.

The data can only be used for the product description and they can not be understood as legally stated properties.

All rights reserved

Nous vous remercions pour avoir choisi un produit GEFRAN.

Nous serons heureux de recevoir à l'adresse e-mail techdoc@gefran.com toute information qui pourrait nous aider à améliorer ce catalogue.

Pendant sa période de fonctionnement conserver la notice dans un endroit sûr et à disposition du personnel technique.

GEFRAN S.p.A. se réserve le droit d'apporter des modifications et des variations aux produits, données et dimensions, à tout moment et sans préavis.

Les informations fournies servent uniquement à la description des produits et ne peuvent en aucun cas revêtir un aspect contractuel.

Tous droits réservés.

Danke, dass Sie sich für dieses GEFRAN-Produkt entschieden haben.

Wir freuen uns über alle Anregungen an unsere E-Mail Adresse techdoc@gefran.com, die uns bei der Verbesserung dieses Handbuchs nützlich sein können.

Bitte bewahren Sie das Handbuch während der gesamten Lebensdauer des Produkts an einem sicheren Ort auf, wo es dem technischen Personal stets zur Verfügung steht.

GEFRAN S.p.A. behält sich das Recht vor, jederzeit und ohne Verpflichtung zur Vorankündigung Änderungen und Abwandlungen von Produkten, Daten und Abmessungen vorzunehmen.

Die angeführten Daten dienen lediglich der Produktbeschreibung und dürfen nicht als versichertes Eigentum im rechtlichen Sinn verstanden werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Le agradecemos la compra de este producto GEFRAN.

Estaremos encantados de recibirlos en la dirección de e-mail techdoc@gefran.com para cualquier información que pueda contribuir a mejorar este manual.

GEFRAN S.p.A se reserva el derecho de realizar modificaciones y variaciones sobre los productos, datos o medidas, en cualquier momento y sin previo aviso.

Los datos indicados están destinados únicamente a la descripción de los productos y no deben ser contemplados como propiedad asegurada en el sentido legal.

Todos los derechos reservados.

Sommario

Italiano	3
1. Generalità	4
1.1. Standard	4
2. Caratteristiche Principali	5
3. Dati Tecnici.....	6
3.1. Dimensioni e pesi	6
3.2. Assorbimenti, Fusibili, LED, Morsetti e switches	10
3.2.1. Assorbimenti	10
3.2.2. Fusibili esterni	10
3.2.3. Fusibili interni	10
3.2.4. LEDs di segnalazione	10
3.2.5. Morsettiere, cavi di potenza	11
3.2.6. Descrizione switches.....	12
3.3. Selezione inverter e soglie di intervento.....	14
3.4. Collegamento unità in parallelo	15
3.5. Intervento allarme.....	18
3.6. Utilizzo funzione di scarica del DC Link.....	19
4. Dimensionamento Unità di frenatura e Relativa Resistenza	20
4.1 Esempio di dimensionamento a 460V	22
4.2 Esempio di dimensionamento a 575 V	23
4.3 Esempio di dimensionamento a 690 V	24
4.4 Dimensionamento semplificato della resistenza.....	27
4.5 Dimensionamento semplificato dei resistori in base al tempo di arresto	29
5. Valore Minimo delle Resistenze Utilizzabili	31
6. Resistenze di Frenatura Standard	32
7. Schema a Blocchi	163

1. Generalità

L'unità di frenatura BUy-... è sostanzialmente costituita da un interruttore statico (IGBT) comandato da un circuito in grado di rilevare l'aumento di tensione del circuito intermedio dell'inverter (DC Link) determinato dal recupero dell'energia generata dal motore (e relativo carico) collegato all'inverter durante le fasi di decelerazione.

Al superamento di una soglia di tensione prefissata (selezionabile tramite switches, esclusi i modelli BUy-1075-5 e BUy-1065-6) viene comandata la chiusura dell'interruttore statico in modo da connettere in parallelo al DC Link una resistenza per dissipare l'energia generata. In questo modo si possono ottenere decelerazioni più rapide ed evitare l'intervento della protezione di "overvoltage" dell'inverter che è provocato da un repentino aumento della tensione del DC Link.

Mediante un collegamento in parallelo delle unità tramite i morsetti C e D, ed un collegamento in cascata del comando di frenatura (funzione master/slave) è possibile ottenere una configurazione di più unità di frenatura in parallelo che intervengono contemporaneamente.

Un circuito di protezione è stato implementato per proteggere l' IGBT da eventuali corti circuiti dei collegamenti alla resistenza di frenatura o della stessa.

Inoltre sono presenti:

- Protezione termica del dissipatore.
- controllo delle tensioni del power supply.

Il segnale memorizzato potrà essere ripristinato, una volta eliminata la condizione di allarme, per mezzo del pulsante presente sull'unità stessa oppure tramite un comando remoto dedicato.

Possibilità di scarica rapida del circuito intermedio dell'inverter per mezzo di un opportuno comando.

Tale comando dovrà essere direttamente interbloccato con i contattori che forniscono l'energia agli inverter.

1.1. Standard

Condizioni climatiche:	IEC 68-2 Part 2 e 3
Isolamento e dispersione:	EN 50178, UL508C (*), UL840 grado 2 (*)
Vibrazione:	IEC68-2 Part 6
Approvazioni:	CE; UL, cUL (*)
Grado di protezione:	IP20

(*) escluso modello BUy-1065-6

2. Caratteristiche Principali

- Protezione IP20
- Temperatura nominale massima di funzionamento 40°C ambiente (max. 50°C con derating del 20%)
- Massimo duty cycle ammesso 50% (57% per il modello BUy-1075-5, 52% per il modello BUy-1065-6)
- Alimentazione del circuito ricavata da DC Link
- Possibilità di collegamento fino a 4 unità in parallelo (inclusa l'unità Master), comandate da una unità "MASTER"
- Soglia intervento selezionabile tramite switches (esclusi modelli BUy-1065-6 e BUy-1075-5)
- Segnalazione presenza alimentazione +24V (diodo LED verde)
- Segnalazione unità attiva BR (diodo LED giallo)
- Segnalazione di condizione di allarme AL (diodo LED rosso)
- Segnalazione di condizione di OK (diodo LED verde)
- Contatto di un relè di OK a disposizione per inserzione nelle sequenze di allarme
- Possibilità di collegamento protezione esterna
- Possibilità di scarica veloce del DC Link.

3. Dati Tecnici

Modello	Potenza dissipata max @ Duty cycle	Corrente di picco	Corrente		Duty cycle* (max)
	(W)	(A)	media (A)	(Arms)	
BUy-1020	50	40	20	28	50%
BUy-1050	180	100	50	70	50%
BUy-1065-6	255	125	65	90	52%
BUy-1085	280	170	85	120	50%
BUy-1075-5	230	125	72	95	57%

tbu0005i

$$*Duty\ cycle = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}}$$

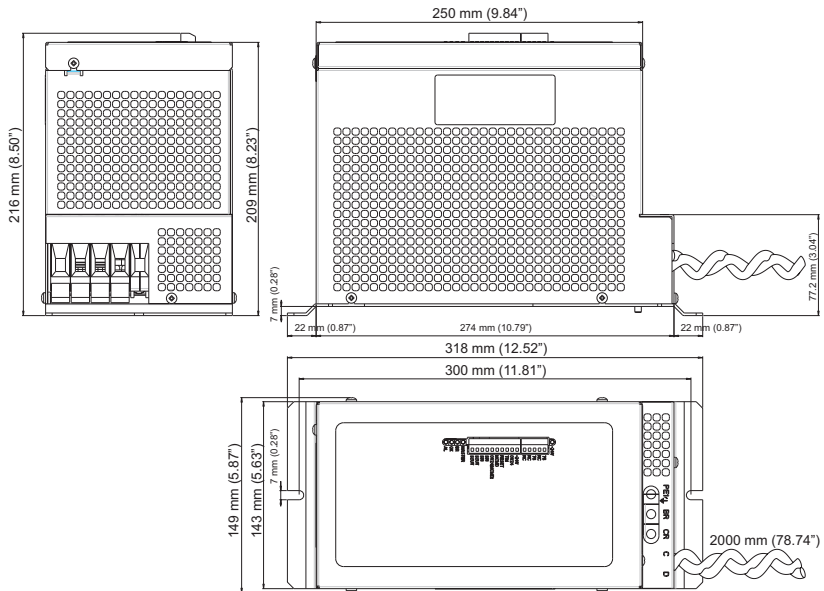
Dipende dalla taglia del drive e della BUy.

PERICOLO!

Il circuito elettronico dell'unità di frenatura è direttamente collegato al potenziale negativo del DC Link il cui valore di tensione può raggiungere 850Vdc (1000Vdc per il modello BUy-1075-5, 1150Vdc per il modello BUy-1065-6).

Quando non viene rimosso il coperchio dell'apparecchio le parti in tensione non sono accessibili (IP 20).


3.1. Dimensioni e pesi




Modello	(lbs) kg	Modello	(lbs) kg	Modello	(lbs) kg
BUy-1020	(12.1) 5.5	BUy-1065-6	(16.7) 7.6	BUy-1085	(16.7) 7.6
BUy-1050	(13.2) 6	BUy-1075-5	(16.7) 7.6		

tbu0010i

Figura 3.1.1: Morsettiera





⊗ +24 V

75	75
76	NC
76	76
76	NC
76	NC

1	+24 V
2	0V24
3	TIM
4	RESET
5	MCMD
6	0V24(MCMD)
7	SIN
8	SIN
9	SOUT
10	SOUT

⊗ MASTER

⊗ BR

⊗ OK

⊗ AL

WARNING!
Risk of Electric Shock

Dc-Link twisted wires have a maximum length of 2 meters

The dc-link twisted wires must be disconnected at the inverter C and D terminals before removing the cover or performing any maintenance or inspection operation.


Do not perform voltage test at the control card terminals with megger equipment or high voltage testers.

AVERTISSEMENT!
Risque de décharge électrique.

Les fils torsades du dc-link ont une longueur maxi de 2 metres.

Les fils torsades du dc-link doivent être déconnectés des connexions C et D avant d'ôter le couvercle ou d'effectuer toute opération d'entretien et de contrôle.

N'effectuer aucun test de tension aux connexions de la carte de contrôle avec equipment megger ou des testeurs de haute tension.



NORME DI SICUREZZA

ATTENZIONE! Non scollegare i cavi tra l'unità di frenatura e la connessione al DC Bus
Rimuovere il coperchio dell'unità di frenatura solo quando entrambi i dispositivi sono stati spenti e dopo avere atteso 5 minuti.

Figura 3.1.2: Distanze di fissaggio

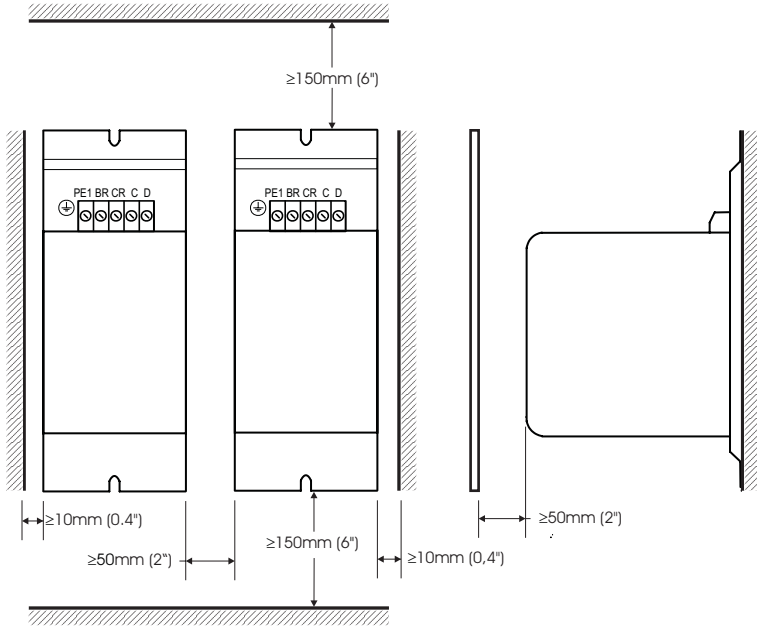
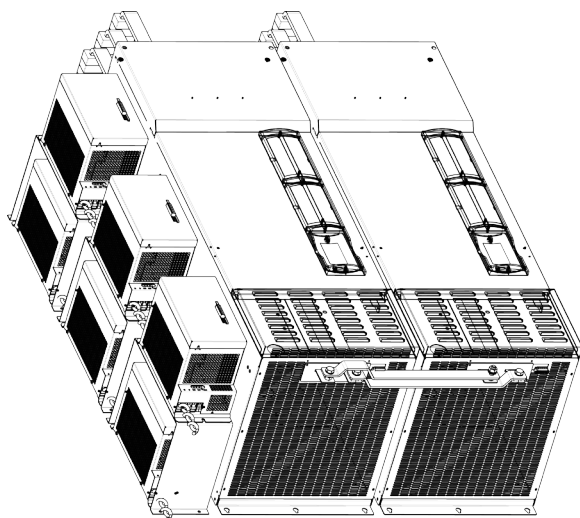
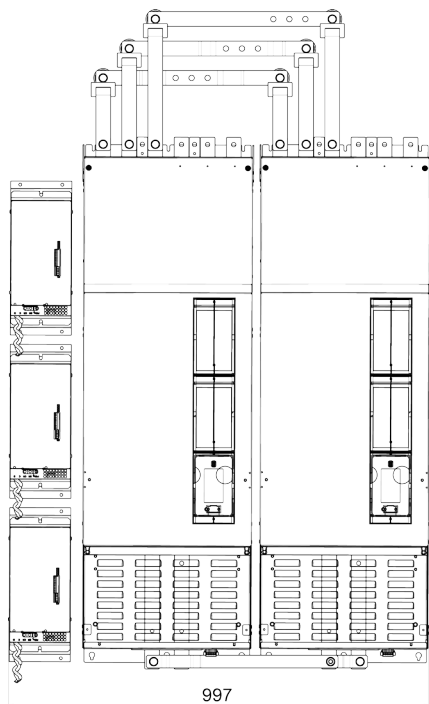


Figura 3.1.3: Esempio assemblaggio di n.6 BUy su ADV200- 630/710kW



3.2. Assorbimenti, Fusibili, LED, Morsetti e switches

3.2.1. Assorbimenti

L'alimentazione dell'unità di frenatura è ricavata direttamente dal DC Link ed il consumo massimo è di 15W.

3.2.2. Fusibili esterni

L'alimentazione dell'inverter a cui è collegata l'unità di frenatura BUy, deve essere protetta mediante i fusibili esterni F1 (vedere fig. 3.4.1, e 3.4.2). I fusibili consigliati sono indicati nei rispettivi manuali dell'inverter.

NOTA! Non sono necessari fusibili tra il drive e l'unità di frenatura.

3.2.3. Fusibili interni

Denominazione	Protezione per	Fusibile
F2	Alimentazione +24V (morsetti 1 e 2) Uscita comando master (morsetti 5 e 6)	0,3 A Autoripristinabile

tbu0015i

NOTA! Il fusibile F2 si autoripristina una volta rimossa la causa.
Costruttore fusibile: RAYCHEM, tipo SMD030

3.2.4. LEDs di segnalazione

Denominazione	Colore	Funzione
24 V	verde	Indica la presenza corretta delle alimentazioni
MASTER	giallo	Indica che l'unità di frenatura è impostata come master
BR	giallo	Indica che l'unità di frenatura è attiva (in frenatura)
OK	verde	Segnalazione stato del relè di OK (chiuso = OK)
AL	rosso	Indica la condizione di allarme

tbu0020i

3.2.5. Morsettiere, cavi di potenza

Le due morsettiere estraibili della scheda di regolazione sono costituite dai seguenti morsetti:

Morsetti	Nome	Funzione	I/O	Volt. max.	Corr. max.
X2-1	+24V	Alimentazione per gli ingressi (TIM, RESET)	O	24V	200mA
X2-2	0V 24V	Potenziale di riferimento dell'alimentazione +24V		–	–
X2-3	TIM	Collegamento allarme esterno	I	15...30V	3.2...6.4 mA
X2-4	RESET	Reset remoto della condizione di allarme	I	15...30V	3.2...6.4 mA
X2-5	MCMD	Comando accensione frenature Slave	O	24V ± 5%	30 mA
X2-6	0V 24V	Potenziale di riferimento segnale di comando accensione unità Slave		–	–
X2-7	SIN	Comando accensione unità Slave	I	8...30V	16 mA
X2-8	SIN	Comando accensione unità Slave	I	8...30V	16 mA
X2-9	SOUT	Collegamento in cascata unità Slave	O	8...30V	16 mA
X2-10	SOUT	Collegamento in cascata unità Slave	O	8...30V	16 mA
X3-75	OK	Contatto privo di potenziale del relè di OK (chiuso = OK)	O	250Vca	1A
X3-76	OK	Contatto privo di potenziale del relè di OK (chiuso = OK)	O	250Vca	1A

tbu0025i

La morsettiere di potenza è costituita dai seguenti morsetti:

Morsetti	Funzione	I/O	Volt. max.			Corr. max.
			BU-1020 BU-1050 BU-1085	BU-1065-6	BU-1075-5	
C	Collegamento al DC link dell'inverter	I	820Vdc	1200Vdc	1000Vdc	I peak
D	Collegamento al DC link dell'inverter	I	820Vdc	1200Vdc	1000Vdc	I peak
CR	Collegamento alla resistenza di frenatura	O	775Vdc	1150Vdc	965Vdc	I peak
BR	Collegamento alla resistenza di frenatura	O	775Vdc	1150Vdc	965Vdc	I peak
PE	Collegamento alla terra dell'impianto	–	–	–	–	–

tbu0030i

Sezione dei cavi ammessa dai morsetti di potenza CR, BR

Modello	Sezione massima del cavo di collegamento		
	flessibile [mm]	semirigido [mm]	AWG
BUy-1020	4...16	2,5...25	12...4
BUy-1050	4...16	2,5...25	12...4
BUy-1065-6 ... BUy-1085	0,75...35	0,75...50	18...0

tbu0035i

Sezione dei cavi ammessa dai morsetti di regolazione

Morsetti	Sezione massima del cavo di collegamento		
	flessibile [mm]	semirigido [mm]	AWG
1 ... 76	0,35 ... 1.5	0,35 ... 1.5	22 ... 16

tbu0040i

Sezione dei cavi C e D

Modello	Sezione massima del cavo di collegamento		
	flessibile [mm]	semirigido [mm]	AWG
BUy-1020		4	12
BUy-1050		10	8
BUy-1065-6 ... BUy-1085		25	4

tbu00451

Il cavo deve essere twistato, lunghezza 2 metri max.

NOTA! Per la conformità alla normativa UL utilizzare il cavo AWG 4 600V UL62-ST.

3.2.6. Descrizione switches

Gli switches presenti sulla scheda di regolazione, riportati nella seguente tabella, sono accessibili rimuovendo il coperchio frontale dell'unità di frenatura.

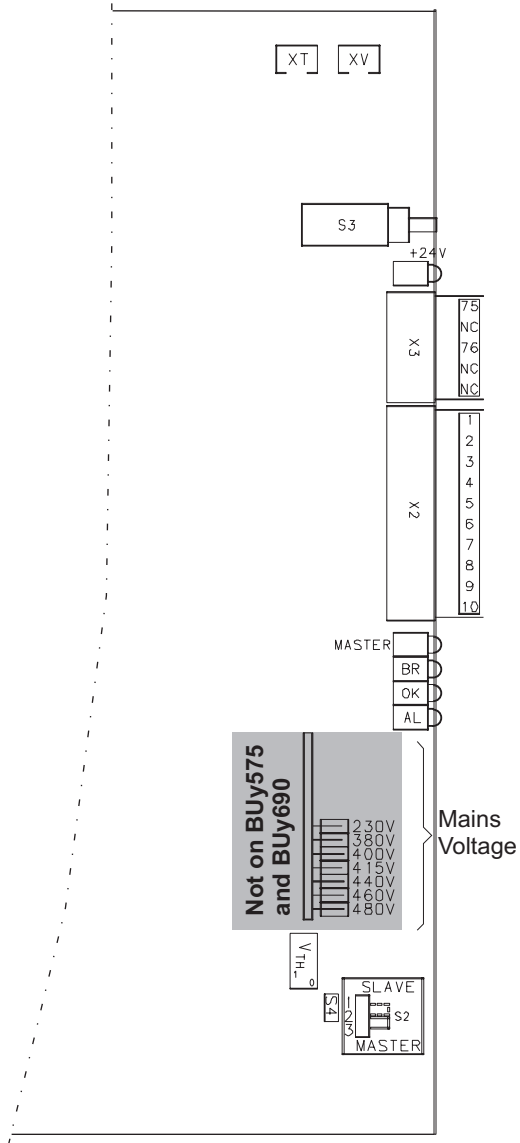
NOTA! *Gli switch per la selezione della tensione di rete non sono presenti sui modelli BUy-1065-6 e BUy-1075-5)*

Designazione		Funzione			
		Tensione di alimentazione	Soglia di frenatura		
			Turn ON	Turn OFF	
		[Vac]	[Vdc]	[Vdc]	
Mains Voltage	BUy-1020 BUy-1050 BUy-1085	230	402	382	
		380	646	626	
		400	678	658	
		415	702	682	
		440	743	723	
		460	753	733	
		480	775	755	
		Buy-1065-6	690	1150	945
		Buy-1075-5	575	965	945
S2	MASTER = Selezione funzione unità di frenatura come Master SLAVE = Selezione funzione unità di frenatura come Slave				
S3	Pulsante di reset della condizione di allarme				
S4	Inserimento funzione comando di scarica del DC link = ON				

tbu00501

ATTENZIONE: Prima di aprire il coperchio e modificare le impostazioni, scollegare l'alimentazione ed assicurarsi che il DC link sia scarico

Figura 3.2.6.1: Posizione switches, LEDs, morsetti, sulla schede BUy-C, BUy575 e BUy690



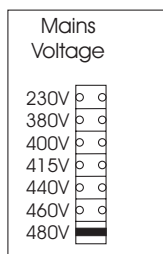
3.3. Selezione inverter e soglie di intervento

Le unità vengono settate in configurazione standard:

- Tensione di alimentazione inverter = 480Vac (690Vac per il modello BUy1065-6 e 575Vac per il modello BUy-1075-5)
- Soglia di intervento = 775Vdc (1150Vdc per il modello BUy1065-6 e 965Vdc per il modello BUy-1075-5)

Figura 3.3.1: Selezione standard degli switches

NOTA! I modelli BUy1065-6 e BUy-1075-5 non sono equipaggiati con lo switch per la selezione della tensione.



La soglia di intervento dell'unità di frenatura dovrà essere adattata in base al valore della tensione di alimentazione dell' inverter a cui va collegata.

NOTA! E' possibile selezionare una sola soglia di frenatura

Tensione di alimentazione (Vac)	Soglia di frenatura V_{BR} (Vdc)
230	400
380	640 *
400	680
415	702
440	745
460	753
480	775

tbu055i

* La soglia a 640V serve unicamente per mantenere la compatibilità con gli inverter della serie AM31.

Per utilizzo con rete 400Vac selezionare la soglia di 680Vdc.

3.4. Collegamento unità in parallelo

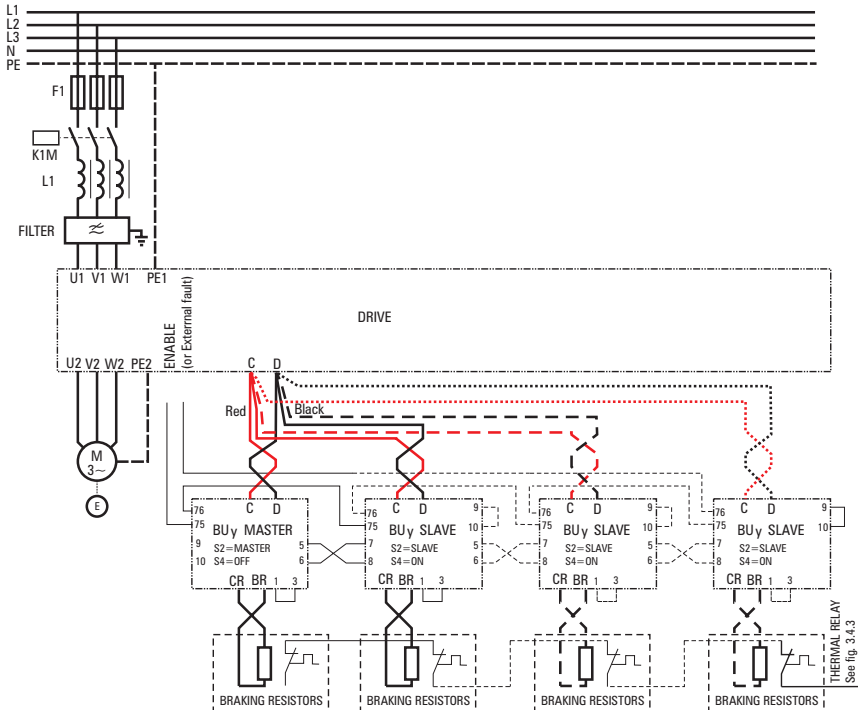
NOTA: Quando le unità di frenatura vengono montate affiancate bisogna mantenere tra loro una distanza minima di 5 centimetri (vedi fig. 3.1.2).

ATTENZIONE! **CONNESSIONI ERRATE DEI CAVI DI POTENZA C e D POSSONO PORTARE ALLA DISTRUZIONE DELL'UNITA' E/O DEGLI INVERTER COLLEGATI!!**

L'unità di frenatura è completa dei cavi di potenza per il collegamento ai morsetti **C (cavo rosso)** e **D (cavo nero)** dell'inverter (lunghezza cavi 2m).

ATTENZIONE! Questi cavi non devono essere sostituiti. Se necessario è possibile solo accorciare.

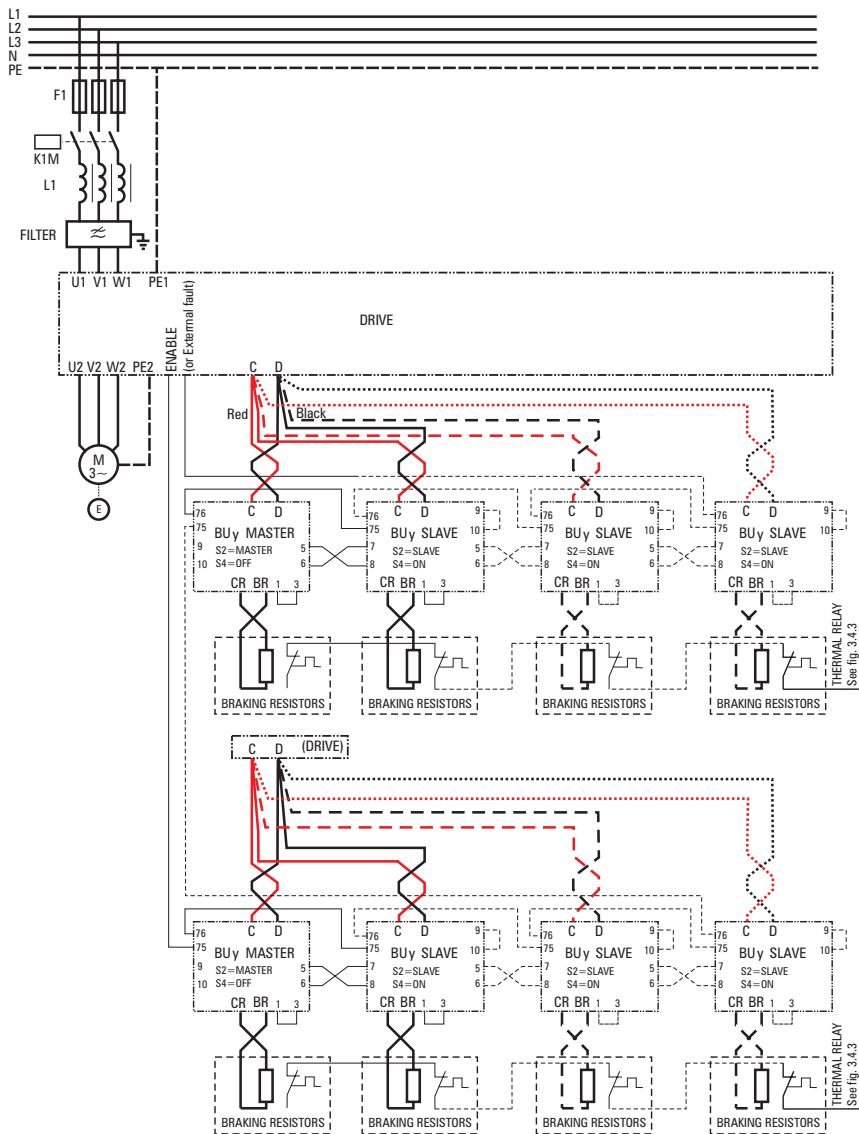
Fig. 3.4.1-A: Esempio di collegamento di più unità in parallelo (Master e Slave) con inverter Gefran



Il numero delle BUy... che si possono utilizzare è limitato solo dalla sezione dei cavi di ciascuna unità di frenatura rispetto ai morsetti C e D dell'inverter.

NOTA: L'ultima unità Slave dovrà avere il ponticello 9-10 inserito.

Fig. 3.4.1-B: Esempio di collegamento di più unità in parallelo (Master e Slave) per inverter Gefran con alte potenze di frenatura



Il numero delle BUy... che si possono utilizzare è limitato solo dalla sezione dei cavi di ciascuna unità di frenatura rispetto ai morsetti C e D dell'inverter.

Gli inverter della serie AVy, sono dotati di comando per unità di frenatura esterne, tutte le BUy... dovranno essere configurate come Slave. I morsetti 26 e 27 dell'inverter saranno collegati ai morsetti 7 ed 8 (SIN) della prima BUy, che a sua volta sarà connessa alla successiva coi propri morsetti 5 e 6. I morsetti 9 e 10 (SOUT) saranno cortocircuitati. Vedere il seguente esempio .

Fig. 3.4.2: Esempio di collegamento di più unità in parallelo (Slave), con inverter Master AVy

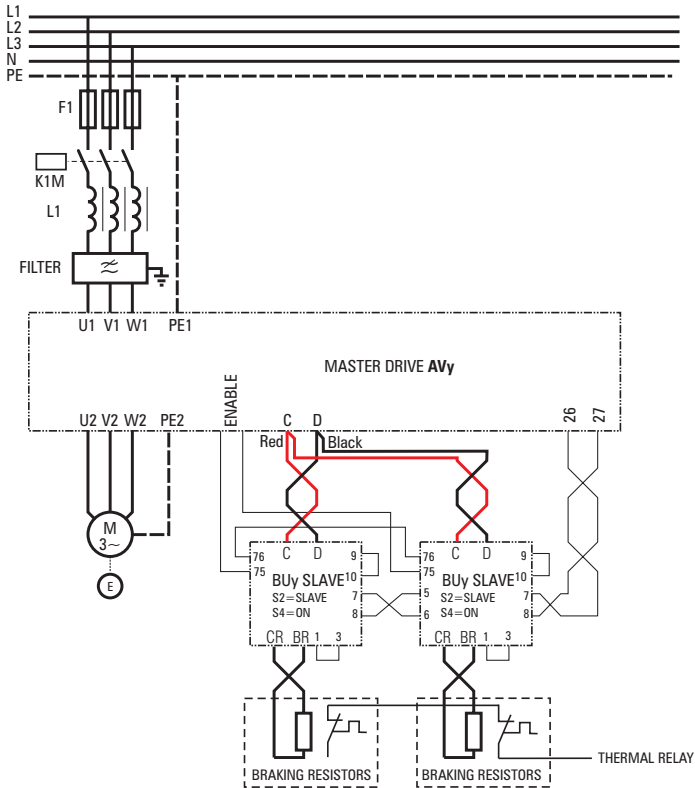
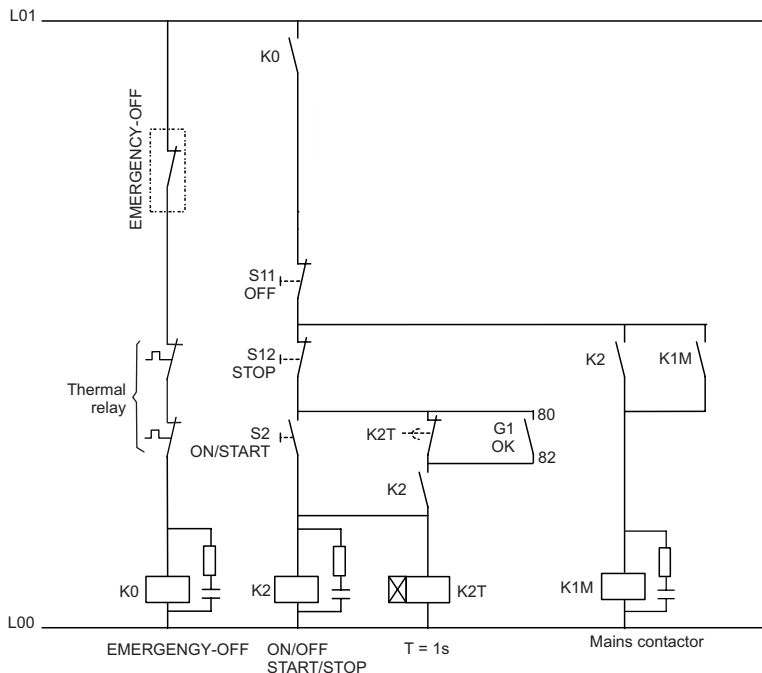


Fig. 3.4.3: Circuiti ausiliari di controllo



3.5. Intervento allarme

Quando si verifica l'intervento di un allarme interno (*), l'unità di frenatura si disattiva immediatamente, si accende il led rosso AL, e si apre il contatto del relè OK (morsetti X3-75/ X3-76).

Una volta eliminata la causa dell'allarme è possibile ripristinare l'unità di frenatura in una delle seguenti modalità:

- tramite pulsante S3
- tramite comando remoto inserito sul morsetto X2-1 e X2-4.
- disalimentando e successivamente rialimentando l'inverter.

(*) Intervento contatto termico presente sul dissipatore, o del circuito di protezione dell'IGBT o del circuito di alimentazione.

3.6. Utilizzo funzione di scarica del DC Link

Mediante una opportuna predisposizione, l'unità di frenatura può essere utilizzata per effettuare la scarica di un eventuale DC Link con elevato valore capacitivo (ad esempio nei sistemi dove il DC Link è collegato in parallelo).

In tale condizione si ottiene la scarica del DC Link fino ad un valore pari od inferiore a 60V dc, portando una tensione esterna compresa tra 10 e 30V dc ai morsetti X2-7 e X2-8 SIN e cavallottare i morsetti X2-9 e X2-10 oppure utilizzando la tensione interna presente ai morsetti X2-1 e X2-2.

ATTENZIONE! Al fine di evitare danni alla resistenza di frenatura prestare molta attenzione alla sequenza di inserzione di tale comando. Questo segnale deve essere fornito all'unità di frenatura mediante un contatto interbloccato con i contattori che forniscono l'alimentazione agli inverter.

4. Dimensionamento Unità di frenatura e Relativa Resistenza

Quanto sotto indicato va inteso in generale. Nel capitolo 6 è riportato un elenco di resistenze normalizzate da utilizzare con le unità di frenatura della serie BUy... nelle condizioni ipotizzate. Tenendo presente che:

P_{PBR} [W]	Potenza di picco durante la frenatura
P_{NBR} [W]	Potenza nominale della resistenza
E_{BR} [J]	Energia di frenatura
V_{BR} [V]	Tensione di frenatura
I_{PBR} [A]	Corrente di picco di frenatura
I_{AVBR} [A]	Corrente media di frenatura
I_{PBU} [A]	Corrente di picco dell'unità di frenatura
n_1, n_2 [RPM]	Velocità iniziale e finale
t_{BR}, T [S]	Tempo di frenatura e di ciclo
J_{TOT} [Kg* m2]	Momento di inerzia totale (riportata all'asse)

Vale:

$$P_{PBR} = J_{TOT} * n_1 * \frac{n_1 - n_2}{t_{BR}} * \frac{2\pi}{60}$$

$$E_{BR} = \frac{J_{TOT}}{2} * \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 * (n_1^2 - n_2^2)$$

$$I_{PBR} = \frac{P_{PBR}}{V_{BR}}$$

Valore ohmico della resistenza:

$$R_{BR} = \leq \frac{V_{BR}}{I_{PBR}}$$

Potenza continuativa nominale della resistenza:

$$P_{NBR} = \frac{P_{PBR} * t_{BR}}{2T} = \frac{E_{BR}}{T}$$

ATTENZIONE!

Questa formula calcola un valore medio di potenza che può essere considerevolmente differente dalla potenza istantanea nel caso di duty cycles molto bassi.

Normalmente le resistenze non sono in grado di sostenere un picco di potenza più grande di 5 o 10 volte il loro valore nominale. Per questa ragione, se i duty cycles sono inferiori al 10%, il valore qui calcolato non può essere usato come potenza nominale della resistenza, tenere inoltre in considerazione quanto indicato nei capitoli 4.1 e 6.

Consultare il costruttore delle resistenze per maggiori informazioni riguardo alla capacità di sovraccarico.

Poiché normalmente $n_2 = 0$ (arresto), si ha infatti che:

$$E_{BR} = \frac{1}{2} P_{PBR} * t_{BR}$$

$$I_{PBU} \geq I_{BR}$$

Caratteristiche unità di frenatura:

Cioè la corrente di picco ammessa dalla BUy... deve essere maggiore o uguale a quella effettiva. Analogamente si ha per la corrente media:

$$I_{AVBR} = \frac{E_{PBR}}{t_{BR} * V_{BR}} \quad I_{AVBU} \geq I_{AVBR}$$

4.1 Esempio di dimensionamento a 460V

Dati:

- Tensione di rete	3 x 460 V
- Inverter	ADV3110
- Potenza nominale motore	(P_M) 15 HP
- Velocità nominale motore	(n_n) 3515 rpm
- Momento d'inerzia del motore	(J_M) 0.033 kgm ²
- Momento d'inerzia carico all'albero del motore	(J_L) 0.95 kgm ²
- Coppia di attrito del sistema	(M_S) 10% della coppia nominale
- Velocità iniziale di frenatura	(n_1) 3000 rpm
- Velocità finale di frenatura	(n_2) 0 rpm
- Tempo di frenatura	(t_{BR}) 10 sec
- Tempo di ciclo	(T) 120 sec

Momento d'inerzia totale:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 0.033 + 0.95 = 0.983 \text{ kgm}^2 \quad e$$
$$\Delta\omega = [2\pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\pi * 3000 / 60 = 314 \text{ sec}^{-1}$$

Coppia nominale motore:

$$M_M = P_M / \omega_n = (15 * 745.7) / (2\pi * 3515 / 60) = 30.4 \text{ Nm}$$

$$\text{Attriti di macchina: } M_S = 0.1 M_M = 3.04 \text{ Nm}$$

L'energia di frenatura è data da:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (0.983 / 2) * (0.10472)^2 * 3000^2 = 48509 \text{ Joules o Wsec}$$

Se si vogliono tenere in considerazione anche gli attriti del sistema, l'energia di frenatura che verrà dissipata dall'unità di frenatura sarà inferiore.

La coppia di frenatura richiesta è:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 0.983 * 314 / 10 = 30.9 \text{ Nm}$$

La coppia di frenatura si compone di due parti: gli attriti di macchina e la coppia che deve essere prodotta dalla frenatura elettrica del motore:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 30.9 - 3.04 = 27.86 \text{ Nm}$$

La potenza media del processo di frenatura è data da:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 27.86 * 314 * 0.5 = 4374 \text{ W}$$

Il nuovo valore dell'energia di frenatura così ottenuto è:

$$\text{Nuova } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 4374 * 10 = 43740 \text{ Joules o Wsec}$$

che risulta ovviamente più bassa della precedente.

Il picco della potenza di frenatura è dato da

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\pi) / (t_{BR} * 60) = 9.7 \text{ kW} \quad \text{quindi}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 9700 / 753 = 12,9A \quad \text{e}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 753 / 12,9 = 58,3 \Omega$$

Diventando $I_{PBR} = 12,9A$, possiamo vedere che l'unità **BUy-1020** soddisfa le richieste.

Scelta della resistenza

Il valore ohmico deve essere tra il valore minimo ammesso dalla BUy e 58 Ω .

La potenza nominale della resistenza deve essere:

$$P_{NBR} = (P_{PBR} / 2) * (t_{BR} / T) = (9700 / 2) * (10 / 120) = 404 \text{ W}$$

Come si può notare, la potenza nominale della resistenza è relativamente bassa a causa del basso duty-cycle (10 / 120) ma la resistenza deve essere in grado di sopportare l'energia che gli è applicata durante i 10 secondi di frenatura. Questa energia è di 43740 Joules. Nella tabella delle resistenze di frenatura standard (capitolo 6), è possibile vedere che il tipo **RFPD 900 DT 68R** ha un valore sufficiente di potenza nominale ma valore troppo basso di E_{BR} (21kWsec/ 21000 Joules).

Per questo motivo la scelta finale è il tipo **RFPD 1100 DT 40R** che ha $E_{BR} = 44kWsec / 44000Joules$.

4.2 Esempio di dimensionamento a 575 V

(Solo per serie AVy/AGy-EV)

Dati:

- Tensione di rete		3 x 575 V
- Rendimento motore	(%)	95
- Potenza nominale motore	(P_M)	150 HP o 104 kW
- Velocità nominale motore	(n_n)	1785 rpm
- Momento d'inerzia del motore	(J_M)	3.1 kgm ²
- Momento d'inerzia carico all'albero del motore	(J_L)	35 kgm ²
- Coppia di attrito del sistema	(M_S)	10% della coppia nominale
- Velocità iniziale di frenatura	(n_1)	1700 rpm
- Velocità finale di frenatura	(n_2)	0 rpm
- Tempo di frenatura	(t_{BR})	10 sec
- Tempo di ciclo	(T)	120 sec

Momento d'inerzia totale:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 35 + 3.1 = 38.1 \text{ kgm}^2 \quad \text{e}$$

$$\Delta\omega = [2\pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\pi * 1700 / 60 = 178 \text{ sec}^{-1}$$

Coppia nominale motore:

$$M_M = P_M / \omega_n = (104000) / (2\pi * 1785 / 60) = 557 \text{ Nm}$$

$$\text{Attriti di macchina: } M_S = 0.1 M_M = 55.7 \text{ Nm}$$

L'energia di frenatura è data da:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (38.1 / 2) * (0.10472)^2 * 1700^2 = 603000 \text{ Joules o Wsec}$$

Se si vogliono tenere in considerazione anche gli attriti del sistema, l'energia di frenatura che verrà dissipata dall'unità di frenatura sarà inferiore.

La coppia di frenatura richiesta è:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 38.1 * 178 / 10 = 678 \text{ Nm}$$

La coppia di frenatura si compone di due parti: gli attriti di macchina e la coppia che deve essere prodotta dalla frenatura elettrica del motore:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 678 - 55.7 = 622 \text{ Nm}$$

La potenza media del processo di frenatura è data da:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 622 * 178 * 0.5 = 55300 \text{ W}$$

Il nuovo valore dell'energia di frenatura così ottenuto è:

$$\text{Nuova } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 55300 * 10 = 553000 \text{ Joules o Wsec}$$

che risulta ovviamente più bassa della precedente.

Il picco della potenza di frenatura è dato da

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\pi) / (t_{BR} * 60) = 120 \text{ kW} \quad \text{quindi}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 120 \text{ kW} / 965 = 125 \text{ A} \quad \text{e}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 965 / 125 = 7.7 \Omega$$

Possiamo vedere che con 2 unità **BUy-1075-5** sono soddisfatte le richieste.

Scelta della resistenza

La potenza nominale della resistenza deve essere:

$$P_{NBR} = (P_{PBR} / 2) * (t_{BR} / T) = (60000 / 2) * (10 / 120) = 2500 \text{ W} \quad (2 \text{ res.} \times 2 \text{ BUy} = 5000 \text{ W})$$

Per questo motivo la scelta finale è il tipo **BR T8K0-7R7** (P_{NBR} nominale = 8000 W, $E_{nominale}$ = 320kWsec) che ha $E_{BR} \geq (553/2)\text{kWsec}$ per un $t_{br} = 10 \text{ sec}$.

4.3 Esempio di dimensionamento a 690 V

Dati:

- Tensione di rete		3 x 690 V
- Rendimento motore	(%)	95,6
- Potenza nominale motore	(P_M)	132 kW

- Velocità nominale motore	(n_n)	1486 rpm
- Momento d'inerzia del motore	(J_M)	2,3 kgm ²
- Momento d'inerzia carico all'albero del motore	(J_L)	35 kgm ²
- Coppia di attrito del sistema	(M_S)	10% della coppia nominale
- Velocità iniziale di frenatura	(n_1)	1486 rpm
- Velocità finale di frenatura	(n_2)	0 rpm
- Tempo di frenatura	(t_{BR})	10 sec
- Tempo di ciclo	(T)	120 sec

Momento d'inerzia totale:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 35 + 2,3 = 37,3 \text{ kgm}^2 \quad e$$

$$\Delta\omega = [2\Pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\Pi * 1486 / 60 = 155 \text{ sec}^{-1}$$

Coppia nominale motore:

$$M_M = P_M / \omega_n = (123000) / (2\Pi * 1486 / 60) = 795 \text{ Nm}$$

$$\text{Attriti di macchina: } M_S = 0.1 M_M = 79,5 \text{ Nm}$$

L'energia di frenatura è data da:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\Pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (37,3 / 2) * (0.10472)^2 * 1486^2 = 451620 \text{ Joules o Wsec}$$

Se si vogliono tenere in considerazione anche gli attriti del sistema, l'energia di frenatura che verrà dissipata dall'unità di frenatura sarà inferiore.

La coppia di frenatura richiesta è:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 37,3 * 155 / 10 = 580 \text{ Nm}$$

La coppia di frenatura si compone di due parti: gli attriti di macchina e la coppia che deve essere prodotta dalla frenatura elettrica del motore:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 580 - 79,5 = 500 \text{ Nm}$$

La potenza media del processo di frenatura è data da:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 500 * 155 * 0.5 = 39000 \text{ W}$$

Il nuovo valore dell'energia di frenatura così ottenuto è:

$$\text{Nuova } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 39000 * 10 = 390000 \text{ Joules o Wsec}$$

che risulta ovviamente più bassa della precedente.

Il picco della potenza di frenatura è dato da

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\Pi) / (t_{BR} * 60) = 90 \text{ kW} \quad \text{quindi}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 90 \text{ kW} / 1150 = 125 \text{ A} \quad e$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 1150 / 125 = 9,2 \Omega$$

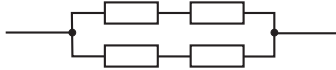
Possiamo vedere che con 1 unità **BUy-1065-6** sono soddisfatte le richieste.

Scelta della resistenza

La potenza nominale della resistenza deve essere:

$$P_{NBR} = ((P_{PBR}) * t_{BR}) / 2T = (90kW * 10) / 240 = 3750 \text{ W}$$

Per questo motivo la scelta finale è il tipo **BRT 8K0-9R2** (E nominale = 220 kWsec) . Cablare n.2 resistenze in serie e n.2 in parallelo al fine di assorbire l'energia pari a 390 kWsec:



4.4 Dimensionamento semplificato della resistenza

Nel caso in cui non fossero disponibili tutti i dati sopra descritti, si può effettuare un calcolo della resistenza di frenatura molto semplificato anche se più approssimativo.

Tale soluzione può portare ad un sovradimensionamento della resistenza da utilizzare.

Per il calcolo dei diversi valori di resistenza si possono utilizzare le seguenti formule:

$$R_{BR} [\Omega] = \frac{V_{BR} [V]}{I_{PBR} [I]}$$

Volendo calcolare il valore della resistenza per un inverter:

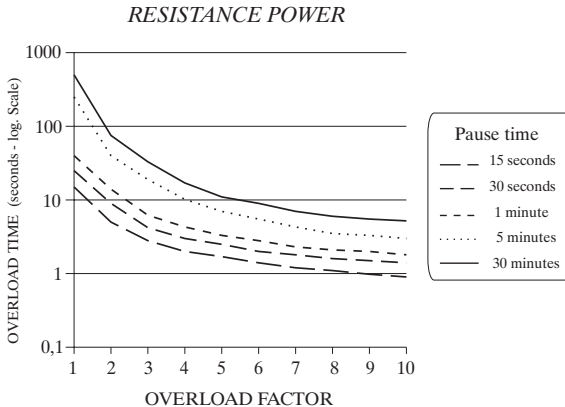
- corrente di picco per la frenatura = 100A (vedere la tabella al capitolo 3)
- alimentazione 400Vac (vedere la tabella al capitolo 3.3)
- braking threshold = 680 Vac (vedere la tabella al capitolo 3.3)

si ha:

$$R_{BR} = \frac{680}{100} = 6.8 \Omega$$

Questa formula indica però soltanto il valore ohmico, per quanto riguarda la potenza della resistenza stessa valgono le considerazioni seguenti:

La resistenza di frenatura è utilizzata normalmente con ciclo intermittente; si potrà pertanto utilizzare una resistenza in grado di dissipare una potenza continuativa inferiore a quella data dal prodotto $R_{BR} * I_{PBR}^2$. Per decidere il fattore di sovraccarico può essere utilizzato il seguente diagramma, (diagrammi simili possono essere forniti dal costruttore della resistenza che si intende utilizzare).



Per calcolare il valore della potenza continuativa (o nominale) della resistenza di frenatura utilizzando questo grafico si potrà applicare la seguente formula:

$$\text{Continuative power } R_{BR} = \frac{\text{Regenerated power}}{\text{Overload factor}}$$

Considerando di dover frenare un motore da 30 kW con sovraccarico del 150% si ha una potenza rigenerata massima di 45 kW. Ipotizzando ad esempio un tempo di frenata di 5 secondi (tempo di sovraccarico per la resistenza) e 1 minuto di pausa, il grafico fornisce un fattore di sovraccarico di 3,9, pertanto la potenza nominale della resistenza sarà:

$$\frac{45 \text{ kW}}{3.9} = 11.5 \text{ kW}$$

Nota! E fortemente consigliato l'uso delle resistenze normalizzate di seguito riportate al capitolo 6.

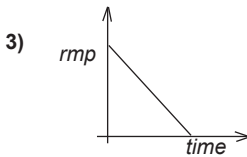
4.5 Dimensionamento semplificato dei resistori in base al tempo di arresto

- 1) Add Motor Inertia + Gearbox Inertia + Reflected Machine Inertia = Total System inertia [ft lb²]

$$\text{Reflected Machine Inertia} = \frac{\text{Machine Inertia}}{(\text{Gear Ratio})^2}$$

- 2) Calcolare l'energia del sistema alla massima velocità.

$$\frac{[\text{Total System Inertia}] [\text{Top rpm}^2]}{4300000} = \text{System Energy [kW} \cdot \text{sec]}$$



Calcolare la potenza media [kW] necessaria per assorbire l'energia d'arresto, trascurando attriti e rendimenti.

$$\frac{(\text{System Energy}) \text{ kW} \cdot \text{sec}}{(\text{Stop time}) \text{ sec}} = \text{Average Stopping Power [kW]}$$

- 4) Calcolare la resistenza elettrica necessaria alla dissipazione della potenza media d'arresto [kW].

$$\frac{(\text{DC Bus Volts})^2}{(\text{Ave Stopping kW} * 1000 * 2)} = \Omega \quad \text{Per ADV come master, a 460 Vac, tensione del DC bus} = 780\text{V.}$$

Questo è il massimo valore ohmico utilizzabile per bloccare il drive entro il tempo limite. E' anche possibile utilizzare valori ohmici inferiori.

- 5) Calcolare la resistenza elettrica necessaria al motore per raggiungere il limite di corrente in qualsiasi momento durante la procedura d'arresto.

$$\text{Motor HP} * .746 = \text{Motor kW}$$

$$\text{Current Limit kW} = \text{Motor kW} * 1.5 \text{ (150\% overload)}$$

$$\frac{(\text{DC Bus Volts})^2}{\text{Current Limit kW} * 1000} = \Omega$$

- 6) Selezionare il valore del resistore all'interno della gamma indicata tra le risposte date ai punti 4) e 5). Una selezione che si avvicini maggiormente al valore indicato al punto 5) potrebbe portare il resistore ad assumere valori di potenza maggiori per poter sopportare:

$$\text{Instantaneous Current} = \frac{\text{DC Bus Volts}}{\text{Current Limit Ohms}}$$

una selezione che si avvicini maggiormente al valore indicato al punto 4) non permette successivi adeguamenti di campo dei tempi d'arresto più veloci.

- 7) Utilizzare il valore della resistenza finale, indicata al punto 6), per verificare la corrente di picco della resistenza e la corrente di picco BU richiesta.

$$\frac{\text{DC Link Volts}}{\text{DB Resistance Ohms}} = \text{Peak Current [Amps]}$$

Ciò determina il numero di unità di frenatura richieste ed il tipo di BU in base ai valori di picco in corrente.

- 8) Per arresti occasionali, ad esempio una volta ogni 10 minuti, oppure per un arresto seguito da periodo di raffreddamento a temperatura ambiente, il resistore può essere selezionato in base alla taglia per brevi periodi di tempo, ad esempio una potenza d'arresto media da 15 oppure 30 secondi se la taglia del resistore viene calcolata in kW. oppure:

$$\sqrt{\frac{\text{Average Stopping kW}^2}{\text{Resistor Ohm}}} = \text{Short Time Current [Amps]}$$

La taglia di potenza del resistore deve soddisfare sia la taglia istantanea che quella per brevi periodi di tempo.

Per carichi di revisione o per cicli d'arresto più frequenti utilizzare i calcoli dettagliati indicati in precedenza.

5. Valore Minimo delle Resistenze Utilizzabili

Modello	Tensione di rete e valore minimo della resistenza								
	230V	380V	400V	415V	440V	460V	480V	575V	690V
BUy-1020	10 Ω	16 Ω	17 Ω	17 Ω	18.6 Ω	18.6 Ω	19.37 Ω	-	-
BUy-1050	4 Ω	6.4 Ω	6.8 Ω	6.8 Ω	7.5 Ω	7.5 Ω	7.7 Ω	-	-
BUy-1065-6	-	-	-	-	-	-	-	-	9.2 Ω
BUy-1075-5	-	-	-	-	-	-	-	7.7 Ω	-
BUy-1085	2.4 Ω	3.7 Ω	4 Ω	4 Ω	4.4 Ω	4.4 Ω	4.55 Ω	-	-

tbu00601

Il valore ohmico indicato nella tabella rappresenta il valore minimo assoluto della resistenza collegabile alle diverse unità di frenatura in corrispondenza con la soglia di frenatura imposta. Nella realtà tale valore potrebbe non essere disponibile, si dovrà pertanto utilizzare il valore ohmico superiore successivo.

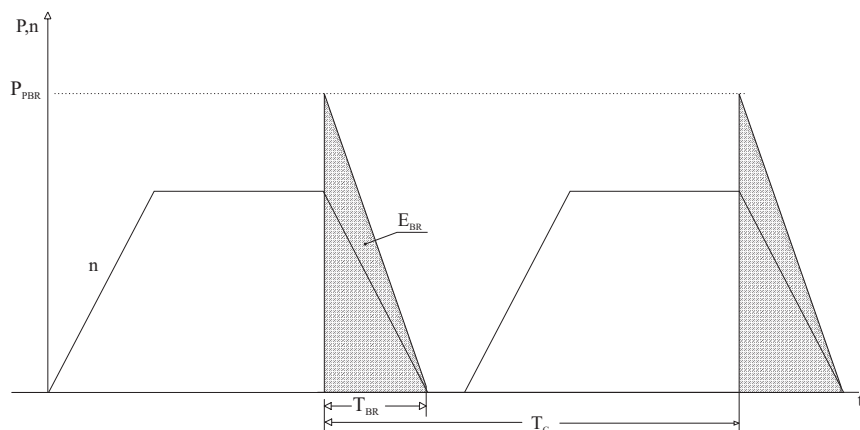
L'indicazione serve per poter meglio sfruttare le resistenze di frenatura quando si impiegano più resistenze in parallelo, in questo caso fare riferimento al valore ohmico indicato dalla tabella.

ATTENZIONE! Le unità **sono protette** contro il cortocircuito diretto tra i morsetti CR, BR.

6. Resistenze di Frenatura Standard

Al fine di semplificare la scelta della resistenza di frenatura da utilizzare, vengono di seguito riportati i valori delle resistenze normalizzate, calcolati secondo un criterio di impiego applicativo tipico.

P_{OVL}	Potenza di sovraccarico che l'inverter può rigenerare, pari alla potenza nominale per il fattore 1,36 (sovraccarico dell'inverter = $I_{cont} \times 1,36$). Serie ADV200 sovraccarico pesante al 150%.
P_{AVBR}	Potenza media dissipabile dalla resistenza in base ad un duty cycle tipico pari al 6,5%
Duty cycle $_{max}$	vedere capitolo 3.
E_{BR}	Massima energia istantanea dissipabile dalla resistenza
t_{OVLBR}	Tempo massimo di frenatura continuativa in condizioni di sovraccarico (P_{OVL})
t_{BR}	Tempo massimo di frenatura continuativa in condizioni di carico nominale
P_{NBR}	Potenza continuativa nominale della resistenza, che deve essere uguale o superiore alla potenza media P_{AVBR}



Il valore ohmico delle resistenze normalizzate è stato calcolato al fine di garantire la corrente di frenatura in base all'impiego limite della BUy:

- **BUy-1020, 1050, 1085:** 480Vac di alimentazione inverter, soglia di frenatura 775Vdc
- **BUy-1065-6:** 690Vac di alimentazione inverter, soglia di frenatura 1150Vdc
- **BUy-1075-5:** 575Vac di alimentazione inverter, soglia di frenatura 965Vdc

AVy - AGy-EV 230...480Vac	BUy- ...	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLR [sec]	tbr [sec]	PnBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
1007 ... 1015	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 220 T 100R	100 Ω
1022 ... 1030	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 300 DT 100R	100 Ω
2040	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RFPD 750 DT 100R	100 Ω
2055	1020	6.8	0.7	14	5	7	0.8	RFPD 750 DT 68R	68 Ω
2075	1020	9.5	1	21	4.5	6	1	RFPD 900 DT 68R	68 Ω
3110	1020	15	1.5	44	3.5	5	1.3	RFPD 1100 DT 40R	31 Ω
3150	1020	20	2	80	8	11	1.9	RFPR 1900 D 28R	28 Ω
4185 ... 4220	1050	30	3	120	6	8	4	BR T4K0-15R4	15.4 Ω
4300	1050	40	4	70	4	5.5	4	BR T4K0-11R6	11.6 Ω
4370	1050	50	5	180	7.5	10	8	2 x BR T4K0-23R	23 Ω
5450	1050	60	6	220	6	8	8	BR T8K0-7R7	7.7 Ω
5550	1085	78	5	120	1.5	11	8	BR T8K0-6R2	6.2 Ω
6750	1085	107	7	2 x 120	2.2	17	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
7900	2 x 1050	128	9	2 x 120	1.9	14	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
71100	2 x 1085	157	10	2 x 120	1.5	11	2 x 8	2 x BR T8K0-6R2	6.2 Ω
71320	2 x 1085	188	13	2 x 360	1.9	14	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
81600	2 x 1085	180 * (218)	18	2 x 350	6	8	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
92500 ... 93150	3 x 1085	272 * (340)	27.2	3 x 350	6	8	3 x 12	3 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
104000 ... 106300	4 x 1085	400 * (500)	40	4 x 350	6	8	4 x 12	4 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω

AVy 575Vac	BUy-1075-5 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLR [sec]	tbr [sec]	PnBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
2002 ... 3020	(**)								
4025 ... 5075	(***)								
6100	1	105	10.5	1 x 320	6.1	4.6	1x8	1 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
7125	2	130	13	2 x 320	4.9	7.4	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
7150	2	156	15.6	2 x 320	4.1	6.1	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
8200	2	208	20.8	2 x 320	3.1	4.6	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω

AVy 690Vac	BUy-1065-6 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLR [sec]	tbr [sec]	PnBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
6750	1	107	7	1 x 120	1.1	8	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
7900	1	128	9	1 x 120	0.9	7	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
71100	2	157	10	2 x 240	1.5	11	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
71320	2	188	13	2 x 240	1.3	10	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
92500	3	356	24	3 x 360	1	8	3x8	3xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
93150	4	449	30	4 x 480	1.1	8	4x8	4xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
105000	6	713	48	5 x 720	1	8	6x8	6xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
106300	8	898	60	8 x 960	1.1	8	8x8	8xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
108000	10	1141	76	10 x 120	1.1	8	10x8	10xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
111200	15	1711	114	15 x 180	1.1	8	15x8	15xBR T8K0-9R2	9.2 Ω

NOTA! Le potenze indicate con “ ** ” sono di valore leggermente inferiore a quelle calcolate per P_{ovL} (valore tra parentesi) al fine di evitare l'introduzione di ulteriori valori di resistenze.

E' inoltre da tenere in considerazione il fatto che con potenze elevate a tale livello, le prestazioni dinamiche sono generalmente minori o potrebbe essere addirittura necessario l'utilizzo di una unità di alimentazione rigenerativa.

(**) Unità di frenatura interna.

(***) Unità di frenatura interna opzionale.

ADV100 400...480Vac	ADV200-4 400...480Vac	BUy- ...	PovL [kW]	PAVBR [kW]	E _{BR} [kWsec]	toVLBR [sec]	t _{BR} [sec]	P _{NBR} [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
-	1007 ... 1015	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 220 T 100R	100 Ω
-	1022 ... 1030	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 300 DT 100R	100 Ω
1040	1040	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RFPD 750 DT 100R	100 Ω
1055	2055	1020	6.8	0.7	14	5	7	0.8	RFPD 750 DT 68R	68 Ω
2075	2075	1020	9.5	1	21	4.5	6	1	RFPD 900 DT 68R	68 Ω
2110	2110	1020	15	1.5	44	3.5	5	1.3	RFPD 1100 DT 40R	31 Ω
3150	3150	1020	20	2	80	8	11	1.9	RFPR 1900 D 28R	28 Ω
3185 ... 3220	3185 ... 3220	1050	30	3	120	6	8	4	BR T4K0-15R4	15.4 Ω
4300	4300	1050	40	4	70	4	5.5	4	BR T4K0-11R6	11.6 Ω
4370	4370	1050	50	5	180	7.5	10	8	2 x BR T4K0-23R	23 Ω
4450	4450	1050	60	6	220	6	8	8	BR T8K0-7R7	7.7 Ω
5550	5550	1085	78	5	120	1.5	11	8	BR T8K0-6R2	6.2 Ω
5750	5750	1085	107	7	2 x 120	2.2	17	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
5900	5900	2 x 1050	128	9	2 x 120	1.9	14	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
-	61110	2 x 1085	157	10	2 x 120	1.5	11	2 x 8	2 x BR T8K0-6R2	6.2 Ω
-	61320	2 x 1085	188	13	2 x 360	1.9	14	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	71600-72000	2 x 1085	180	18	2 x 350	6	8	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	72500...73550	3 x 1085	272	27.2	3 x 350	6	8	3 x 12	3 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	400 - 500 kW	4 x 1085	400	40	4 x 350	6	8	4 x 12	4 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	630 - 710 kW	6 x 1085	560	56	6 x 350	6	8	6 x 12	6 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	900 kW	8 x 1085	730	73	8 x 350	6	8	8 x 12	8 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	1000 kW	9 x 1085	810	81	9 x 350	6	8	9 x 12	9 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω

ADV200-6 690Vac	BUy-1065-6 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	E _{BR} [kWsec]	toVLBR [sec]	t _{BR} [sec]	P _{NBR} [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
5750	1	107	7	1 x 120	1.1	8	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
6900	1	128	9	1 x 120	0.9	7	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
61100	2	157	10	2 x 120	1.5	11	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
61320 - 71600	2	188	13	2 x 120	1.3	10	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
72000 - 72500	3	356	24	3 x 120	1	8	3x8	3xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
73150 - 73550	4	449	30	4 x 120	1.1	8	4x8	4xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
400 - 500 kW	6	713	48	5 x 120	1	8	6x8	6xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
630 - 710 kW	8	898	60	8 x 120	1.1	8	8x8	8xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
900 kW	10	1141	76	10 x 120	1.1	8	10x8	10xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
1000 kW	15	1711	114	15 x 120	1.1	8	15x8	15xBR T8K0-9R2	9.2 Ω

Qualsiasi resistenza utilizzata di tipo diverso da quelle indicate nella tabella precedente, dovrà essere dimensionata per sopportare la potenza P_{OVL} per un tempo pari a 1/10 di quello di un ipotetico ciclo, dove al sovraccarico segue un periodo a potenza zero per i 9/10 del tempo totale.

$$P_{OVL} \times 0.1 T = P_{AVBR} \times T$$

La durata massima del tempo di frenatura (e quindi la durata complessiva del ciclo) sarà determinata dal valore massimo dell'impulso di energia E_{BR} ammesso per la resistenza durante la fase di frenatura secondo la seguente relazione:

$$t_{OVLBR} \text{ e } t_{BR} = 0.1 T = E_{BR} / P_{OVL}$$

Non essendo valutabile la temperatura di esercizio della resistenza, questa dovrà essere dotata di un contatto termico normalmente chiuso (Klixon) vedi punto 3.4.2.

Le resistenze normalizzate qui descritte sono già provviste di tale dispositivo.

Contents

English.....	35
1. Description	36
1.1. Standard	36
2. Main Features	37
3. Technical Data.....	38
3.1. Weights and Dimensions.....	38
3.2. Required Power, Fuses, LED, Terminals and Switches.....	42
3.2.1. Required Power	42
3.2.2. External Fuses	42
3.2.3. Internal Fuses	42
3.2.4. LEDs.....	42
3.2.5. Terminal Strips, Power Cables.....	43
3.2.6. Dip-switch Description	44
3.3. Inverter Selection and Intervention Thresholds	46
3.4. Unit Parallel Connection.....	47
3.5. Alarm Intervention	50
3.6. DC Link Discharge Function	51
4. Dimensioning of the Braking Unit and its Corresponding Resistor	52
4.1 Dimensioning example @ 460V	54
4.2 Dimensioning example @ 575 V	55
4.3 Dimensioning example @ 690 V	56
4.4. Resistor Simplified Sizing.....	59
4.5 Simplified Resistor Sizing Based on Stopping Time	61
5. Minimum Value of the Used Resistors.....	63
6. Standard Braking Resistors	64
7. Block Diagram.....	163

1. Description

The BUy-... braking unit consists of a static switch (IGBT) controlled by the voltage in the inverter intermediate circuit (DC Link).

When a fixed voltage threshold is exceeded (it can be selected using the switches, not for the BUy-1075-5 and BUy-1065-6 models), the static switch is closed connecting a resistor across the DC link dissipating the developed energy. It is possible to obtain faster decelerations and to avoid the tripping of the inverter "overvoltage" protection caused by a sudden increase in the DC Link voltage.

You can obtain maximum configuration of several parallel braking units that operate simultaneously by connecting the units in parallel using terminals C and D, and arranging the braking command in a cascade connection (master/slave function).

A protection circuit has been implemented in order to protect the IGBT against possible short circuits of the braking resistor connections.

Other protections are:

- Heatsink thermal protection.
- Power supply voltage control.

The trip can be reset, after the alarm condition has been cleared, via a button on the unit or via a remote dedicated command.

A command allows a quick discharge of the inverter intermediate circuit.

Such command must be directly interlocked with the contactors supplying energy to the inverters.

1.1. Standard

Climatic conditions	IEC 68-2 Part 2 and 3
Clearance and creepage	EN 50178, UL508C (*), UL840 degree of pollution 2 (*)
Vibration	IEC68-2 Part 6
Approvals	CE; UL, cUL (*)
Protection degree:	IP20

(*) not for the BUy-1065-6 model.

2. Main Features

- IP20 protection level
- Max. working rated ambient temperature: 40°C (max. 50°C with a 20% derating)
- Max. duty cycle: 50% (57% for the BUy-1075-5 model, 52% for the BUy-1065-6 model)
- Circuit power supply derived from the DC Link
- Possibility to parallel-connect up to 4 units (Master unit included) controlled by a "MASTER" unit
- Turn on threshold to be set through the switches (with the exception of the BUy-1065-6 and BUy-1075-5 models)
- A +24V power supply (green LED)
- BR activity (yellow LED), Braking is active
- AL alarm condition (red LED)
- OK condition (green LED)
- OK relay contact available for the alarm sequences
- Possibility to connect the external protection
- Possibility to discharge quickly the DC Link.

3. Technical Data

Model	Max. dissipated power @ Duty cycle	Peak current (A)	Current		Duty cycle* (max)
	(W)		Medium (A)	(Arms)	
BUy-1020	50	40	20	28	50%
BUy-1050	180	100	50	70	50%
BUy-1065-6	255	125	65	90	52%
BUy-1085	280	170	85	120	50%
BUy-1075-5	230	125	72	95	57%

tbu0005g

$$*Duty\ cycle = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}}$$

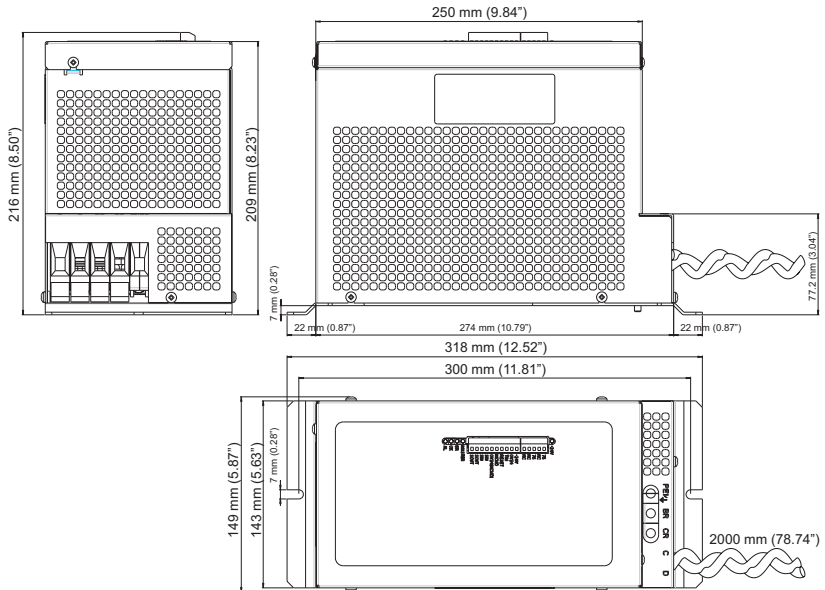
Depending of BU and inverter size.

WARNING!

The electronic circuit of the braking unit is directly connected to the DC Link, whose voltage value can reach 850Vdc (1000Vdc for the BUy-1075-5 model).

If the device cover is removed, the live parts can not be touched (IP 20).

3.1. Weights and Dimensions




Model	(lbs) kg	Model	(lbs) kg	Model	(lbs) kg
BUy-1020	(12.1) 5.5	BUy-1065-6	(16.7) 7.6	BUy-1085	(16.7) 7.6
BUy-1050	(13.2) 6	BUy-1075-5	(16.7) 7.6		

tbu0010g

Figure 3.1.1: Terminals

BUy



⊗ +24 V

75			75
76			NC
76			76
76			NC
76			NC

1			+24 V
2			0V24
3			TIM
4			RESET
5			MCMD
6			0V24(MCMD)
7			SIN
8			SIN
9			SOUT
10			SOUT

⊗ MASTER

⊗ BR

⊗ OK

⊗ AL

WARNING!
Risk of Electric Shock

Dc-Link twisted wires have a maximum length of 2 meters

The dc-link twisted wires must be disconnected at the inverter C and D terminals before removing the cover or performing any maintenance or inspection operation.

Do not perform voltage test at the control card terminals with megger equipment or high voltage testers.

AVERTISSEMENT!
Risque de décharge électrique.

Les fils torsades du dc-link ont une longueur maxi de 2 metres.

Les fils torsades du dc-link doivent être déconnectés des connexions C et D avant d'ôter le couvercle ou d'effectuer toute operation d'entretien et de contrôle.

N'effectuer aucun test de tension aux connexions de la carte de contrôle avec equipment megger ou des testeurs de haute tension.

GEFRAN

SAFETY PRECAUTIONS

CAUTION !

Do not disconnect the Dynamic Brake Unit Input wired to the DC-link side of the unit

Remove D.B.U. cover only after both devices have been shut down and waiting 5 minutes after power is disconnected.

Figure 3.1.2: Panel clearances

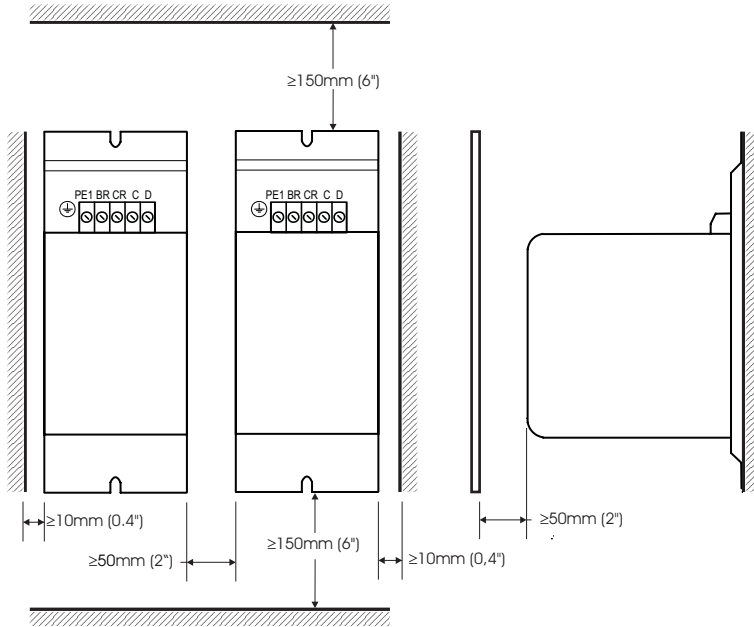
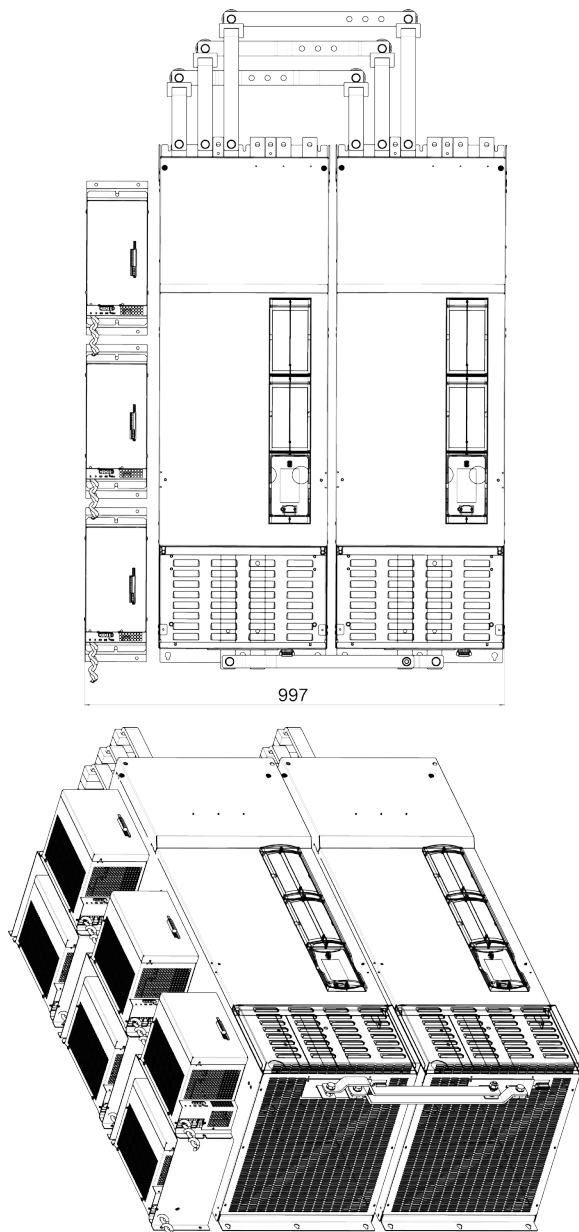


Figure 3.1.3: Example no. 6 BUy assembly on ADV200 630/710 kW



3.2. Required Power, Fuses, LED, Terminals and Switches

3.2.1. Required Power

The braking unit power supply is derived directly from the DC Link; the maximum consumption is 15W.

3.2.2. External Fuses

The inverter power supply, which the BUy braking unit is connected to, must be protected via F1 external fuses (see figure. 3.4.1 and 3.4.2).

NOTE! No fuses are needed on the wiring connection between drive and braking unit.

3.2.3. Internal Fuses

Denomination	Protection for	Fuse
F2	+24V supply (terminals 1 and 2) Master output command (terminals 5 and 6)	0,3 A Autoresettable

tbu0015a

NOTE! The F2 fuse resets itself after the short has been removed.
Replacement vendor source: RAYCHEM, code SMD030

3.2.4. LEDs

Denomination	Colour	Function
24 V	verde	It shows the presence of the power supply
MASTER	giallo	The braking unit is set as master
BR	giallo	The braking unit is active (braking)
OK	verde	OK relay status (closed = OK)
AL	rosso	It shows the alarm condition

tbu0020g

3.2.5. Terminal Strips, Power Cables

The two pluggable terminal strips, on the regulation card, consist of:

Terminals	Name	Function	I/O	Volt. max.	Curr. max.
X2-1	+24V	Input power supply (TIM, RESET)	O	24V	200mA
X2-2	0V 24V	Reference potential for the +24V power supply		–	–
X2-3	TIM	External alarm connection	I	15...30V	3.2...6.4 mA
X2-4	RESET	Remote reset of the alarm condition	I	15...30V	3.2...6.4 mA
X2-5	MCMD	Command starting the Slave braking procedure	O	24V ± 5%	30 mA
X2-6	0V 24V	Reference potential for the signal controlling the start of the Slave unit		–	–
X2-7	SIN	Command starting the Slave unit	I	8...30V	16 mA
X2-8	SIN	Command starting the Slave unit	I	8...30V	16 mA
X2-9	SOUT	Cascade connection for the Slave unit	O	8...30V	16 mA
X2-10	SOUT	Cascade connection for the Slave unit	O	8...30V	16 mA
X3-75	OK	Contact without the OK relay potential (closed = OK)	O	250Vca	1A
X3-76	OK	Contact without the OK relay potential (closed = OK)	O	250Vca	1A

tbu0025g

The power terminal strip consists of the following terminals:

Terminals	Function	I/O	Volt. max.			Curr. max.
			BU-1020 BU-1050 BU-1085	BU-1065-6	BU-1075-5	
C	Connection to the intermediate circuit of the inverter	I	820Vdc	1200Vdc	1000Vdc	I peak
D	Connection to the intermediate circuit of the inverter	I	820Vdc	1200Vdc	1000Vdc	I peak
CR	Connection to the braking resistor	O	775Vdc	1150Vdc	965Vdc	I peak
BR	Connection to the braking resistor	O	775Vdc	1150Vdc	965Vdc	I peak
PE	Ground connection	–	–	–	–	–

tbu0030g

Cable sizes of the power terminals CR, BR

Model	Maximum permissible Cable Cross-Section		
	flexible [mm]	multi-core [mm]	AWG
BUy-1020	4...16	2.5...25	12...4
BUy-1050	4...16	2.5...25	12...4
BUy-1065-6 ... BUy-1085	0.75...35	0.75...50	18...0

tbu0035g

Cable sizes of the regulation board terminals

Terminals	Maximum permissible Cable Cross-Section		
	flexible [mm]	multi-core [mm]	AWG
1 ... 76	0.35 ... 1.5	0.35 ... 1.5	22 ... 16

tbu0040g

Section of the C and D cables

Model	Maximum permissible Cable Cross-Section		
	flexible [mm]	multi-core [mm]	AWG
BUy-1020	4		12
BUy-1050	10		8
BUy-1065-6 ... BUy-1085	25		4

tbu0045g

The cable must be twisted, maximum length: 2 meters.

NOTE! For UL Compliance use the following cable: AWG 4 600V UL62-ST.

3.2.6. Dip-switch Description

The following table lists the switches on the regulation card, removing the front cover of the braking unit.

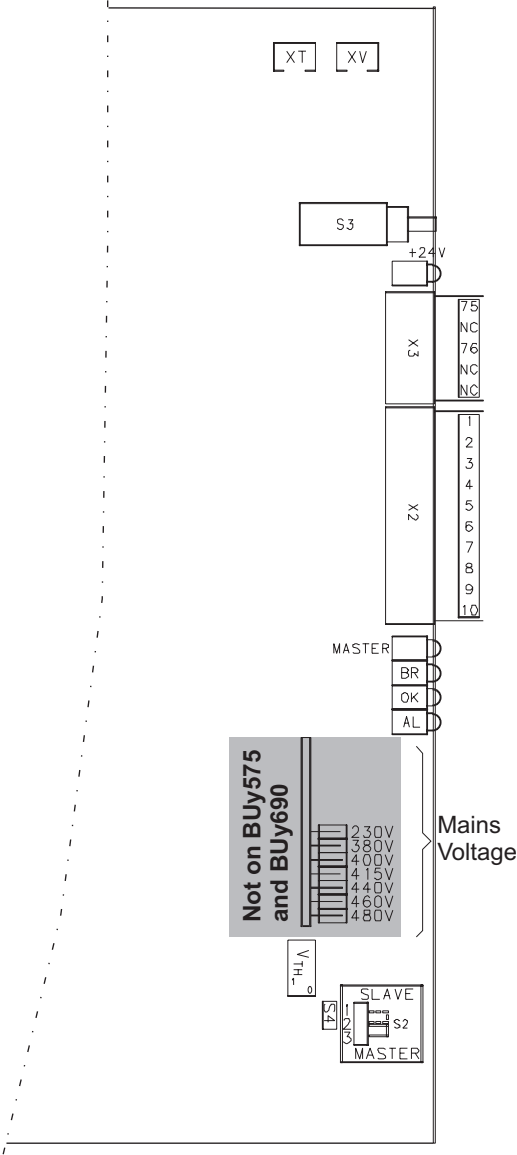
NOTE! The BUy1065-6 and BUy-1075-5 models are not provided with the voltage selection switch.

Denomination		Function			
		Mains Voltage	Braking threshold		
			Turn ON	Turn OFF	
		[Vac]	[Vdc]	[Vdc]	
Mains Voltage	BUy-1020 BUy-1050 BUy-1085	230	402	382	
		380	646	626	
		400	678	658	
		415	702	682	
		440	743	723	
		460	753	733	
		480	775	755	
		Buy-1065-6	690	1150	945
		Buy-1075-5	575	965	945
S2	MASTER = Selection of braking unit function as Master SLAVE = Selection of braking unit as Slave (S4=ON)				
S3	Button Reset of alarm condition				
S4	Enabling of the function for quick discharge of the DC link = ON				

tbu0050g

WARNING! Remove power, and insure DC link is discharged before opening cover and changing settings.

Figure 3.2.6.1: Position of the switches, LEDs and terminals on the BUy-C, BUy575 and BUy690 cards



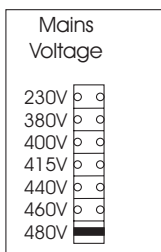
3.3. Inverter Selection and Intervention Thresholds

The units are set according to a standard configuration:

- Inverter power supply voltage = 480Vac (690Vac for the BUy-1065-6 model and 575Vac for the BUy-1075-5 model)
- Intervention threshold = 775Vdc (1150Vdc for the BUy-1065-6 model and 965Vdc for the BUy-1075-5 model)

Figure 3.3.1: Switch standard selection

NOTE! The BUy1065-6 and BUy-1075-5 models are not provided with the voltage selection switch.



The braking unit intervention threshold must be set according to the value of the inverter power supply voltage, which the braking unit must be connected to.

NOTE! It is possible to select just one braking threshold.

Mains Voltage (Vac)	Braking threshold V_{BR} (Vdc)
230	400
380	640 *
400	680
415	702
440	745
460	753
480	775

tbu055g

* The 640V threshold is used exclusively to maintain the compatibility with the inverters of the AM31 series.

The 400Vac mains voltage requires the 680Vdc threshold.

3.4. Unit Parallel Connection

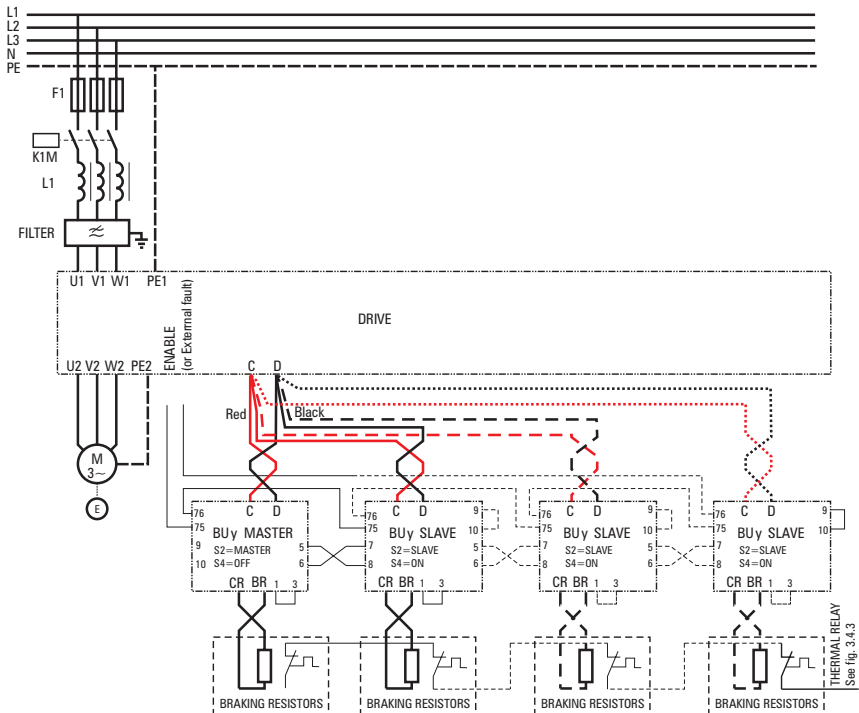
Note! A minimum clearance of 2 inches is required when the braking units are parallel connected (see figure 3.1.2).

WARNING! **THE WRONG CONNECTIONS OF THE C and D POWER CABLES CAN DAMAGE THE UNIT AND/OR THE CONNECTED INVERTERS!**

The braking unit is supplied with the power cables connecting the inverter to the **C** (red cable) and **D** (black cable) terminals (cable length: 2 meters).

CAUTION! These cables must be used for installation. Do not substitute. If required, they can only be shortened.

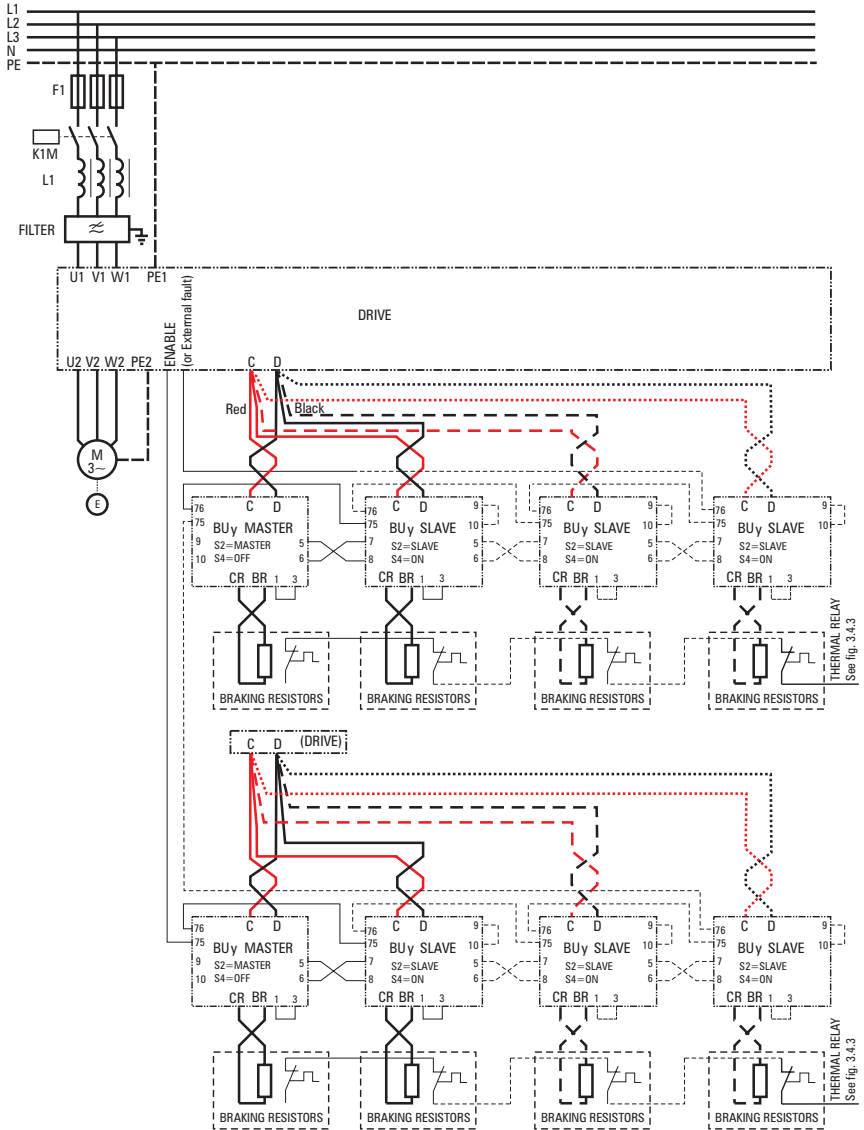
Figure 3.4.1-A: Parallel connection of several units (Master and Slave) to the Gefran Drive



The number of the BUy... to be used is limited only by the cable section of each braking unit with reference to the terminals C and D of the inverter.

Note: The last Slave unit must have inserted the jumper 9-10.

Figure 3.4.1-B: Example of several units connected in parallel (Master and Slave) for Gefran inverters with high braking power



The number of the BUy-... to be used is limited only by the cable section of each braking unit

with reference to the terminals C and D of the inverter.

The inverters of the AVy series are supplied with a command for the external braking units; all BUy-... have to be configured as Slave. The terminals 26 and 27 of the inverter are connected to the terminals 7 and 8 (SIN) of the first BUy, which, on its turn, is connected to the following BUy with its terminals 5 and 6. The terminals 9 and 10 (SOUT) are short-circuited. See the following example.

Figure 3.4.2: Parallel connection of several units (Slave), to the Master Drive AVy

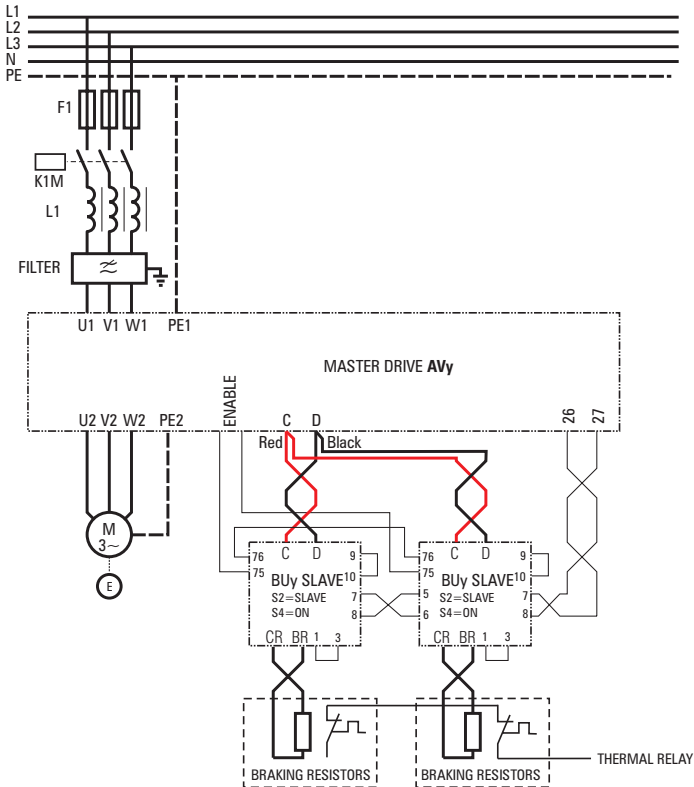
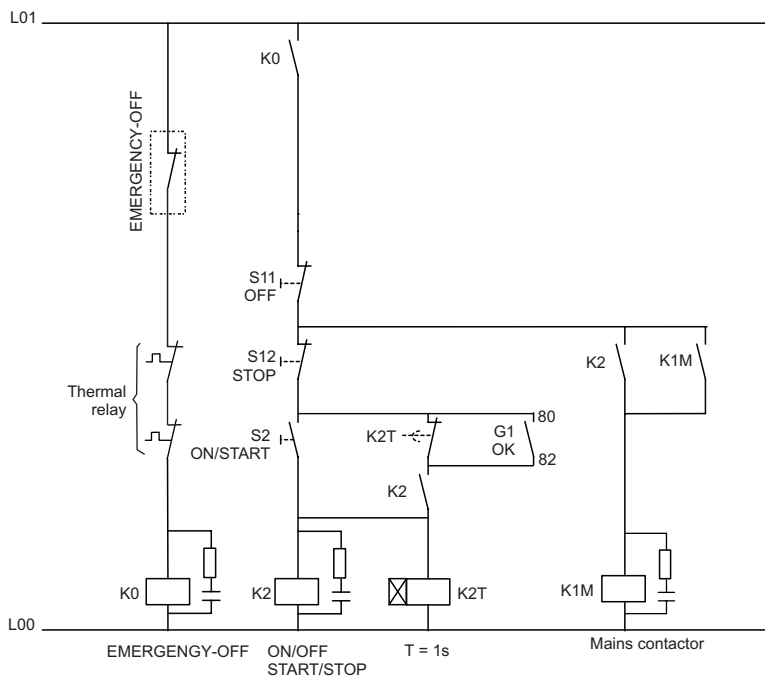


Figure 3.4.2: Auxiliary control circuits



3.5. Alarm Intervention

On an internal alarm (*), the braking unit is immediately disabled, the AL red LED lights up and the OK relay contact opens (terminals X3-75/ X3-76).

When the alarm cause has been removed, it is possible to restore the braking unit with one of the following procedures:

- via the S3 button
- via a remote command on the X2-1 and X2-4 terminals.
- stopping and afterwards restoring the inverter power supply

(*) Intervention of the thermal contact on the heatsink or of the IGBT protection circuit or of the power supply circuit.

3.6. DC Link Discharge Function

The braking unit can be used to discharge a DC Link with a high capacitive value (for example in systems where the DC Link is parallel connected).

In such a condition it is possible to discharge the DC Link up to a value equal to or lower than 60V dc by supplying a 10 to 30V external voltage to the terminals X2-7 and X2-8 SIN and jampering the terminals X2-9 and X2-10 or by using the internal voltage available on the X2-1 and X2-2 terminals.

WARNING!

In order to avoid damages to the braking resistor, the command execution is critical. This signal must be supplied to the braking unit via a contact interlocked with those contactors which power the inverter.

4. Dimensioning of the Braking Unit and its Corresponding Resistor

Here following are some general information. Chapter 6 lists a series of normalized resistors to be used with the BUy-... braking units in specifically assumed conditions.

Remember that:

P_{PBR} [W]	Power peak while braking
P_{NBR} [W]	Resistor rated power
E_{BR} [J]	Braking energy
V_{BR} [V]	Braking voltage
I_{PBR} [A]	Peak braking current
I_{AVBR} [A]	Average braking power
I_{PBU} [A]	Braking unit peak current
n_1, n_2 [RPM]	Initial and final speed
t_{BR}, T [S]	Braking time and cycle time
J_{TOT} [Kg* m2]	Total moment of inertia (referred to the motor shaft)

Therefore:

$$P_{PBR} = J_{TOT} * n_1 * \frac{n_1 - n_2}{t_{BR}} * \frac{2\pi}{60}$$

$$E_{BR} = \frac{J_{TOT}}{2} * \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 * (n_1^2 - n_2^2)$$

$$I_{PBR} = \frac{P_{PBR}}{V_{BR}}$$

Resistor ohmic value:

$$R_{BR} = \leq \frac{V_{BR}}{I_{PBR}}$$

Resistor continuous rated power:

$$P_{NBR} = \frac{P_{PBR} * t_{BR}}{2T} = \frac{E_{BR}}{T}$$

CAUTION!

This formula calculates an average power value which could be different from the instant power in case of very low duty cycles.

The resistors can not usually bear a power peak which is 5 to 10 times higher than their rated value. As a consequence, if the duty cycles are lower than 10%, this value can not be used as a resistor rated power. See also the calculations in chapters 4.1 and 6.

Consult the resistor producer for further details about the overload capacity.

Being $n_2 = 0$ (stop), the formula states that:

$$E_{BR} = \frac{1}{2} P_{PBR} * t_{BR}$$

$$I_{PBU} \geq I_{BR}$$

Braking unit features:

The peak current allowed by the BUy must be higher or equal to the real one. The average current is stated through:

$$I_{AVBR} = \frac{E_{PBR}}{t_{BR} * V_{BR}} \quad I_{AVBU} \geq I_{AVBR}$$

4.1 Dimensioning example @ 460V

Data:

- Mains voltage	3 x 460 V
- Inverter	ADV3110
- Motor rated power	(P_M) 15 HP
- Motor rated speed	(n_n) 3515 rpm
- Moment of inertia of the motor	(J_M) 0.033 kgm ²
- Moment of inertia loading the motor shaft	(J_L) 0.95 kgm ²
- Friction of the system	(M_S) 10% of the rated torque
- Initial braking speed	(n_1) 3000 rpm
- Final braking speed	(n_2) 0 rpm
- Braking time	(t_{BR}) 10 sec
- Cycle time	(T) 120 sec

Total moment of inertia:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 0.033 + 0.95 = 0.983 \text{ kgm}^2 \quad \text{and}$$

$$\Delta\omega = [2\pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\pi * 3000 / 60 = 314 \text{ sec}^{-1}$$

Motor rated torque:

$$M_M = P_M / \omega_n = (15 * 745.7) / (2\pi * 3515 / 60) = 30.4 \text{ Nm}$$

$$\text{Machine friction: } M_S = 0.1 M_M = 3.04 \text{ Nm}$$

The braking energy is given by:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (0.983 / 2) * (0.10472)^2 * 3000^2 = 48509 \text{ Joules or Wsec}$$

Taking into account also the system friction, the braking energy to be dissipated by the braking unit is lower.

The required braking torque is:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 0.983 * 314 / 10 = 30.9 \text{ Nm}$$

The braking torque consists of two sections: the machine friction and the torque to be supplied by the motor electric braking:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 30.9 - 3.04 = 27.86 \text{ Nm}$$

The average power of the braking process is given by:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 27.86 * 314 * 0.5 = 4374 \text{ W}$$

The new value of the braking energy is therefore:

$$\text{New } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 4374 * 10 = 43740 \text{ Joules or Ws}$$

it is obviously lower than the previous one.

The peak braking power is given by

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\pi) / (t_{BR} * 60) = 9.7 \text{ kW} \quad \text{therefore}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 9700 / 753 = 12.9 \text{ A} \quad \text{and}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 753 / 12.9 = 58.3 \ \Omega$$

Being $I_{PBR} = 12.9 \text{ A}$, the **BUy-1020** unit meets the requirements.

Resistor choice

The ohmic value must be between the minimum allowed by BUy and 58 Ω .

The resistor rated power must be:

$$P_{NBR} = (P_{PBR} / 2) * (t_{BR} / T) = (9700 / 2) * (10 / 120) = 404 \text{ W}$$

The resistor rated power is low because of the low duty cycle (10 / 20) but the resistor must be in a position to bear the energy applied during the 10-second braking process. This energy corresponds to 43740 Joules. In the table of the standard braking resistors (chapter 6) it is possible to notice how the model **RFPD 900 DT 68R** has a sufficient rated power value and a too low E_{BR} value (21kWsec/ 21000 Joules).

As a consequence the chosen model is **RFPD 1100 DT 40R** whose E_{BR} value is 44kWsec / 44000Joules.

4.2 Dimensioning example @ 575 V

(For AVy/AGy-EV only)

Data:

- Mains voltage		3 x 575 V
- Motor efficiency	(%)	95
- Motor rated power	(P_M)	150 HP or 104 kW
- Motor rated speed	(n_n)	1785 rpm
- Moment of inertia of the motor	(J_M)	3.1 kgm ²
- Moment of inertia loading the motor shaft	(J_L)	35 kgm ²
- Friction of the system	(M_s)	10% of the rated torque
- Initial braking speed	(n_1)	1700 rpm
- Final braking speed	(n_2)	0 rpm
- Braking time	(t_{BR})	10 sec
- Cycle time	(T)	120 sec

Total moment of inertia:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 35 + 3.1 = 38.1 \text{ kgm}^2 \quad \text{and}$$

$$\Delta\omega = [2\pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\pi * 1700 / 60 = 178 \text{ sec}^{-1}$$

Motor rated torque:

$$M_M = P_M / \omega_n = (10400) / (2\pi * 1785 / 60) = 557 \text{ Nm}$$

$$\text{Machine friction: } M_S = 0.1 M_M = 55.7 \text{ Nm}$$

The braking energy is given by:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (38.1 / 2) * (0.10472)^2 * 1700^2 = 603000 \text{ Joules or Wsec}$$

Taking into account also the system friction, the braking energy to be dissipated by the braking unit is lower.

The required braking torque is:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 38.1 * 178 / 10 = 678 \text{ Nm}$$

The braking torque consists of two sections: the machine friction and the torque to be supplied by the motor electric braking:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 678 - 55.7 = 622 \text{ Nm}$$

The average power of the braking process is given by:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 622 * 178 * 0.5 = 55300 \text{ W}$$

The new value of the braking energy is therefore:

$$\text{New } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 55300 * 10 = 553000 \text{ Joules or Ws}$$

it is obviously lower than the previous one.

The peak braking power is given by

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\pi) / (t_{BR} * 60) = 120 \text{ kW} \quad \text{therefore}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 120 \text{ kW} / 965 = 125 \text{ A} \quad \text{and}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 965 / 125 = 7.7 \Omega$$

It is therefore clear that the requirements are satisfied with 2 BUy-1075-5 units.

Resistor choice

The resistor rated power must be:

$$P_{NBR} = (P_{PBR} / 2) * (t_{BR} / T) = (60000 / 2) * (10 / 120) = 2500 \text{ W} \quad (2 \text{ res.} \times 2 \text{ BUy} = 5000 \text{ W})$$

For this reason the final choice is the model **BR T8K0-7R7** (rated $P_{NBR} = 8000 \text{ W}$, rated $E = 320 \text{ kWsec}$) which has $E_{BR} \geq (553/2) \text{ kWsec}$ for a $t_{br} = 10 \text{ sec}$.

4.3 Dimensioning example @ 690 V

Data:

- Mains voltage		3 x 690 V
- Motor efficiency	(%)	95.6
- Motor rated power	(P_M)	132 kW

- Motor rated speed	(n_n)	1486 rpm
- Moment of inertia of the motor	(J_M)	2.3 kgm ²
- Moment of inertia loading the motor shaft	(J_L)	35 kgm ²
- Friction of the system	(M_S)	10% of the rated torque
- Initial braking speed	(n_1)	1486 rpm
- Final braking speed	(n_2)	0 rpm
- Braking time	(t_{BR})	10 sec
- Cycle time	(T)	120 sec

Total moment of inertia:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 35 + 2,3 = 37,3 \text{ kgm}^2 \quad \text{and}$$

$$\Delta\omega = [2\Pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\Pi * 1486 / 60 = 155 \text{ sec}^{-1}$$

Motor rated torque:

$$M_M = P_M / \omega_n = (123000) / (2\Pi * 1486 / 60) = 795 \text{ Nm}$$

$$\text{Machine friction: } M_S = 0.1 M_M = 79,5 \text{ Nm}$$

The braking energy is given by:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\Pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (37,3 / 2) * (0.10472)^2 * 1486^2 = 451620 \text{ Joules or Wsec}$$

Taking into account also the system friction, the braking energy to be dissipated by the braking unit is lower.

The required braking torque is:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 37,3 * 155 / 10 = 580 \text{ Nm}$$

The braking torque consists of two sections: the machine friction and the torque to be supplied by the motor electric braking:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 580 - 79,5 = 500 \text{ Nm}$$

The average power of the braking process is given by:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 500 * 1558 * 0.5 = 39000 \text{ W}$$

The new value of the braking energy is therefore:

$$\text{New } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 39000 * 10 = 390000 \text{ Joules o Wsec}$$

it is obviously lower than the previous one.

The peak braking power is given by

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\Pi) / (t_{BR} * 60) = 90 \text{ kW} \quad \text{therefore}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 90 \text{ kW} / 1150 = 125 \text{ A} \quad \text{and}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 1150 / 125 = 9,2 \Omega$$

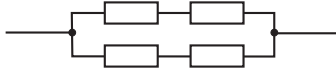
It is therefore clear that the requirements are satisfied with 1 **BUy-1065-6** unit.

Resistor choice

The resistor rated power must be:

$$P_{NBR} = ((P_{PBR}) * t_{BR}) / 2T = (90kW * 10) / 240 = 3750 \text{ W}$$

For this reason the final choice is the **BRT 8K0-9R2** (rated E = 220 kWsec). Connect 2 series resistors and 2 parallel resistors in order to absorb 390 kWsec:



4.4. Resistor Simplified Sizing

In case all the above mentioned data are not available, it is possible to carry out a simplified and rough calculation of the braking resistance.

The following formulas can be used for the calculation of the different braking values:

$$R_{BR} [\Omega] = \frac{V_{BR} [V]}{I_{PBR} [I]}$$

Calculating the resistance value for one inverter :

- braking peak current = 100A (125A) , see table in chapter 3
- 400Vac power supply (575Vac), see table in chapter 3.3
- braking threshold = 680 Vac (965Vac), see table in chapter 3.3

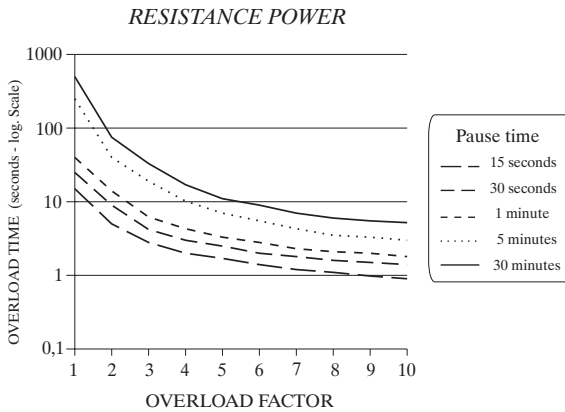
the result is:

$$R_{BR} = \frac{680}{100} = 6.8 \Omega$$

This formula states just the ohmic value; the following considerations, on the contrary, refer to the resistor power:

The braking resistor is normally used with an intermittent cycle; it is therefore normal to use a resistor power lower than the one obtained through $R_{BR} * I_{PBR}^2$.

The following diagram can be used to define the overload factor (similar diagrams can be supplied by the producer of the used resistor).



Using this diagram to calculate the value of the continuous (rated) power of the braking resistor, it is possible to apply the following formula:

$$\text{Continuative power } R_{BR} = \frac{\text{Regenerated power}}{\text{Overload factor}}$$

Having to brake a 30 kW motor with a 150% overload, the maximum regenerated power is 45 kW.

Assuming that the braking time is 5 seconds (resistor overload time) and the break time is 1 minute, the diagram supplies an overload factor of 3.9. The resistor rated power is therefore:

$$\frac{45 \text{ kW}}{3.9} = 11.5 \text{ kW}$$

NOTE: It is recommended to use the normalized resistors listed in chapter 6.

4.5 Simplified Resistor Sizing Based on Stopping Time

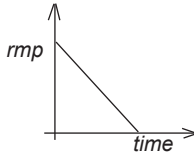
- 1) Add Motor Inertia + Gearbox Inertia + Reflected Machine Inertia = Total System inertia [ft lb²]

$$\text{Reflected Machine Inertia} = \frac{\text{Machine Inertia}}{(\text{Gear Ratio})^2}$$

- 2) Calculate system energy running at top speed.

$$\frac{[\text{Total System Inertia}] [\text{Top rpm}^2]}{4300000} = \text{System Energy [kW} \cdot \text{sec]}$$

- 3) Calculate average [kW] needed to absorb to stop, neglecting friction and efficiencies.



$$\frac{(\text{System Energy}) \text{ kW} \cdot \text{sec}}{(\text{Stop time}) \text{ sec}} = \text{Average Stopping Power [kW]}$$

- 4) Calculate the resistor Ohms needed to dissipate the average stopping power [kW].

$$\frac{(\text{DC Bus Volts})^2}{(\text{Ave Stopping kW} * 1000 * 2)} = \Omega \quad \text{For ADV as master, at 460 Vac, DC bus volts} = 780.$$

This is the largest ohm value that can be used to stop the drive in time. Smaller Ohm values can be used.

- 5) Calculate the resistor ohms needed for the motor to reach current limit anytime during the stop.

$$\text{Motor HP} * .746 = \text{Motor kW}$$

$$\text{Current Limit kW} = \text{Motor kW} * 1.5 \text{ (150\% overload)}$$

$$\frac{(\text{DC Bus Volts})^2}{\text{Current Limit kW} * 1000} = \Omega$$

- 6) Select a resistor value desired in the range between the answers found in steps 4) and 5).

Selecting closer to the value in step 5) may cause your resistor to be higher power rating to support the:

$$\text{Instantaneous Current} = \frac{\text{DC Bus Volts}}{\text{Current Limit Ohms}}$$

selecting closer to the value found in step 4) doesn't leave room for field adjustment of faster stop times later.

- 7) Use the final resistance value, determined in step 6), to check the resistor peak current and BU peak current needed.

$$\frac{\text{DC Link Volts}}{\text{DB Resistance Ohms}} = \text{Peak Current [Amps]}$$

this determines quantity of braking units needed, and which type of BU based on the peak amps needed.

- 8) For an occasional stop, for example, once every 10 minutes, or stop then cool to ambient, then the resistor can be selected on its short time rating, for example a 15 sec rating or 30 sec rating average stopping kW if the resistor rating is in kW.

or:

$$\sqrt{\frac{\text{Average Stopping kW}^2}{\text{Resistor Ohm}}} = \text{Short Time Current [Amps]}$$

The resistor power rating must meet both instantaneous and short time ratings.

For overhauling loads, or more frequent stopping cycles, use the previous detailed calculations.

5. Minimum Value of the Used Resistors

Model	Mains voltage and resistor minimum value								
	230V	380V	400V	415V	440V	460V	480V	575V	690V
BUy-1020	10 Ω	16 Ω	17 Ω	17 Ω	18.6 Ω	18.6 Ω	19.37 Ω	-	-
BUy-1050	4 Ω	6.4 Ω	6.8 Ω	6.8 Ω	7.5 Ω	7.5 Ω	7.7 Ω	-	-
BUy-1065-6	-	-	-	-	-	-	-	-	9.2 Ω
BUy-1075-5	-	-	-	-	-	-	-	7.7 Ω	-
BUy-1085	2.4 Ω	3.7 Ω	4 Ω	4 Ω	4.4 Ω	4.4 Ω	4.55 Ω	-	-

tbu0060g

The ohmic value listed in the table is the resistor absolute minimum value to be connected to the different braking units according to the set braking threshold. In case this value is not available, the following higher ohmic value has to be used.

This indication allows a better use of the braking resistors when several parallel-connected resistors are present; in this case see the ohmic values listed in the table.

CAUTION! The units are protected against any direct short circuit between the terminals CR and BR.

6. Standard Braking Resistors

In order to simplify the choice of the braking resistor to be used, here following is a list of the normalized resistor values, which have been calculated according to a typical application principle.

P_{OVL} **Overload power that can be regenerated by the inverter; it is equal to the rated power multiplied by the factor 1.36 (inverter overload = $I_{cont} \times 1.36$). ADV200 series heavy duty overload 150%.**

P_{AVBR} **Average power to be dissipated by the resistor according to a typical duty cycle equal to 6.5%**

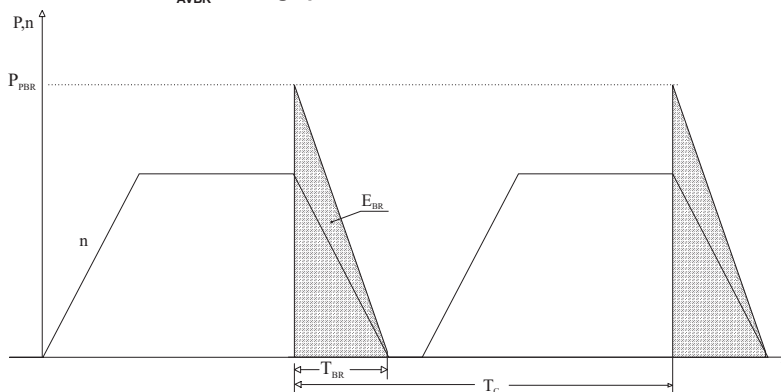
Duty cycle $_{max}$ see chapter 3.

E_{BR} **Maximum instant energy to be dissipated by the resistor**

t_{OVLBR} **Maximum continuous braking time in overload condition (P_{OVL})**

t_{BR} **Maximum continuous braking time in rated load condition**

P_{NBR} **Resistor rated continuous power which must be equal or higher than the P_{AVBR} average power.**



The ohmic value of the normalized resistors has been calculated in order to assure a braking current based on the BUy maximum use:

- **BUy-1020, 1050, 1085:** 480Vac inverter power supply, braking threshold 775Vdc
- **BUy-1065-6:** 690Vac inverter power supply, braking threshold 1150Vdc
- **BUy-1075-5:** 575Vac inverter power supply, braking threshold 965Vdc

AVy - AGy-EV 230...480Vac	BUy- ...	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLBR [sec]	tbr [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
1007 ... 1015	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 220 T 100R	100 Ω
1022 ... 1030	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 300 DT 100R	100 Ω
2040	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RFPD 750 DT 100R	100 Ω
2055	1020	6.8	0.7	14	5	7	0.8	RFPD 750 DT 68R	68 Ω
2075	1020	9.5	1	21	4.5	6	1	RFPD 900 DT 68R	68 Ω
3110	1020	15	1.5	44	3.5	5	1.3	RFPD 1100 DT 40R	31 Ω
3150	1020	20	2	80	8	11	1.9	RFPD 1900 D 28R	28 Ω
4185 ... 4220	1050	30	3	120	6	8	4	BR T4K0-15R4	15.4 Ω
4300	1050	40	4	70	4	5.5	4	BR T4K0-11R6	11.6 Ω
4370	1050	50	5	180	7.5	10	8	2 x BR T4K0-23R	23 Ω
5450	1050	60	6	220	6	8	8	BR T8K0-7R7	7.7 Ω
5550	1085	78	5	120	1.5	11	8	BR T8K0-6R2	6.2 Ω
6750	1085	107	7	2 x 120	2.2	17	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
7900	2 x 1050	128	9	2 x 120	1.9	14	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
71100	2 x 1085	157	10	2 x 120	1.5	11	2 x 8	2 x BR T8K0-6R2	6.2 Ω
71320	2 x 1085	188	13	2 x 360	1.9	14	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
81600	2 x 1085	180 * (218)	18	2 x 350	6	8	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
92500 ... 93150	3 x 1085	272 * (340)	27.2	3 x 350	6	8	3 x 12	3 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
104000 ... 106300	4 x 1085	400 * (500)	40	4 x 350	6	8	4 x 12	4 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω

AVy 575Vac	BUy-1075-5 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLBR [sec]	tbr [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
2002 ... 3020	(**)								
4025 ... 5075	(***)								
6100	1	105	10.5	1 x 320	6.1	4.6	1x8	1 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
7125	2	130	13	2 x 320	4.9	7.4	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
7150	2	156	15.6	2 x 320	4.1	6.1	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
8200	2	208	20.8	2 x 320	3.1	4.6	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω

AVy 690Vac	BUy-1065-6 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLBR [sec]	tbr [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
6750	1	107	7	1 x 120	1.1	8	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
7900	1	128	9	1 x 120	0.9	7	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
71100	2	157	10	2 x 240	1.5	11	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
71320	2	188	13	2 x 240	1.3	10	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
92500	3	356	24	3 x 360	1	8	3x8	3xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
93150	4	449	30	4 x 480	1.1	8	4x8	4xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
105000	6	713	48	5 x 720	1	8	6x8	6xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
106300	8	898	60	8 x 960	1.1	8	8x8	8xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
108000	10	1141	76	10 x 120	1.1	8	10x8	10xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
111200	15	1711	114	15 x 180	1.1	8	15x8	15xBR T8K0-9R2	9.2 Ω

Note ! The power values showing “*” are slightly lower than those calculated for P_{ovL} (value between brackets) in order not to include further resistor values.

Remember that with such high powers, the dynamic performances are usually lower and sometimes a regenerative unit can be required.

(**) Internal braking unit.

(***) Option internal braking unit.

ADV100 400...480Vac	ADV200-4 400...480Vac	BUy- ...	P _{OV} L [kW]	P _{AVBR} [kW]	E _{BR} [kWsec]	t _{OV} LB _R [sec]	t _{BR} [sec]	P _{NBR} [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
-	1007 ... 1015	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 220 T 100R	100 Ω
-	1022 ... 1030	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 300 DT 100R	100 Ω
1040	1040	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RFPD 750 DT 100R	100 Ω
1055	2055	1020	6.8	0.7	14	5	7	0.8	RFPD 750 DT 68R	68 Ω
2075	2075	1020	9.5	1	21	4.5	6	1	RFPD 900 DT 68R	68 Ω
2110	2110	1020	15	1.5	44	3.5	5	1.3	RFPD 1100 DT 40R	31 Ω
3150	3150	1020	20	2	80	8	11	1.9	RFPD 1900 D 28R	28 Ω
3185 ... 3220	3185 ... 3220	1050	30	3	120	6	8	4	BR T4K0-15R4	15.4 Ω
4300	4300	1050	40	4	70	4	5.5	4	BR T4K0-11R6	11.6 Ω
4370	4370	1050	50	5	180	7.5	10	8	2 x BR T4K0-23R	23 Ω
4450	4450	1050	60	6	220	6	8	8	BR T8K0-7R7	7.7 Ω
5550	5550	1085	78	5	120	1.5	11	8	BR T8K0-6R2	6.2 Ω
5750	5750	1085	107	7	2 x 120	2.2	17	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
5900	5900	2 x 1050	128	9	2 x 120	1.9	14	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
-	61110	2 x 1085	157	10	2 x 120	1.5	11	2 x 8	2 x BR T8K0-6R2	6.2 Ω
-	61320	2 x 1085	188	13	2 x 360	1.9	14	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	71600-72000	2 x 1085	180	18	2 x 350	6	8	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	72500...73550	3 x 1085	272	27.2	3 x 350	6	8	3 x 12	3 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	400 - 500 kW	4 x 1085	400	40	4 x 350	6	8	4 x 12	4 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	630 - 710 kW	6 x 1085	560	56	6 x 350	6	8	6 x 12	6 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	900 kW	8 x 1085	730	73	8 x 350	6	8	8 x 12	8 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	1000 kW	9 x 1085	810	81	9 x 350	6	8	9 x 12	9 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω

ADV200-6 690Vac	BUy-1065-6 (q.ty)	P _{OV} L [kW]	P _{AVBR} [kW]	E _{BR} [kWsec]	t _{OV} LB _R [sec]	t _{BR} [sec]	P _{NBR} [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
5750	1	107	7	1 x 120	1.1	8	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
6900	1	128	9	1 x 120	0.9	7	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
61100	2	157	10	2 x 120	1.5	11	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
61320 - 71600	2	188	13	2 x 120	1.3	10	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
72000 - 72500	3	356	24	3 x 120	1	8	3x8	3xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
73150 - 73550	4	449	30	4 x 120	1.1	8	4x8	4xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
400 - 500 kW	6	713	48	5 x 120	1	8	6x8	6xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
630 - 710 kW	8	898	60	8 x 120	1.1	8	8x8	8xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
900 kW	10	1141	76	10 x 120	1.1	8	10x8	10xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
1000 kW	15	1711	114	15 x 120	1.1	8	15x8	15xBR T8K0-9R2	9.2 Ω

Any used resistance with features different from those mentioned in the previous table, must be rated to bear a power of P_{OV} for a period of time equal to 1/10 of the one corresponding to an hypothetical cycle, where the overload is followed by a zero power period covering 9/10 of the whole time.

$$P_{OV} \times 0.1 T = P_{AVBR} \times T$$

According to the following ratio, the braking time maximum lasting period (and therefore the whole cycle lasting period) is stated by the maximum value of the E_{BR} energy pulse during the braking process:

$$t_{OVLB} \text{ and } t_{BR} = 0.1 T = E_{BR} / P_{OV}$$

Being that the resistor working temperature can not be evaluated, a normally closed thermal contact is usually required (Klixon). See paragraph 3.4.2.

The described normalized resistors are supplied with such a device.

Inhaltsverzeichnis

Deutsch	67
1. Allgemeines	68
1.1. Standards	68
2. Haupteigenschaften	69
3. Technische daten	70
3.1. Abmessungen und gewichte	70
3.2. Absorption, Sicherungen, LEDs, klemmen und schalter	74
3.2.1. Absorption.....	74
3.2.2. Externe Sicherungen	74
3.2.3. Interne Sicherungen	74
3.2.4. Signal LEDs	74
3.2.5. Klemmleisten, Leistungskabel	75
3.2.6. Schalterbeschreibung	76
3.3. Wahl von Frequenzumrichter und Eingriffsschwellen	78
3.4. Parallelschaltung der Einheiten	79
3.5. Alarmeingriff	82
3.6. Verwendung der Entladungsfunktion des DC-Link	83
4. Bemessung von Bremseinheit und entsprechendem Widerstand.....	84
4.1 Bemessungsbeispiel @ 460 V.....	86
4.2 Bemessungsbeispiel @ 575 V.....	87
4.3 Bemessungsbeispiel @ 690 V.....	88
4.5 Vereinfachte Widerstandsbemessung Ausgehend von der Haltezeit	93
5. Mindestwert der verwendbaren Widerstände	95
6. Standard-Bremswiderstände	96
7. Blockschema	163

1. Allgemeines

Die Bremsseinheit BUy-... besteht im Wesentlichen aus einem statischen Unterbrecher (IGBT), gesteuert durch einen Kreis, der die Spannungszunahme des mittleren Frequenzumrichterkreises (DC-Link) feststellen kann, die durch die Rückgewinnung der von dem Motor (und der entsprechenden Last) erzeugten Energie bestimmt wird, wobei dieser Motor während der Verzögerungsphasen an den Frequenzumrichter angeschlossen ist.

Bei Überschreiten einer voreingestellten (mit Schaltern wählbar, außer den Modellen BUy-1075-5 und BUy-1065-6) Spannungsschwelle ergeht ein Schließbefehl an den statischen Schalter, so dass mit dem DC-Link ein Widerstand zur Dissipation der erzeugten Energie parallelgeschaltet wird.

Durch eine Parallelschaltung der Geräte über die Klemmen C und D und einer Kaskadenschaltung des Bremsbefehls (Master/Slave-Funktion) ist eine maximale Konfiguration mehrerer parallel geschalteter Bremskreise möglich, die gleichzeitig eingreifen.

Über eine Parallelschaltung der Einheiten durch die Klemmen C und D sowie einer Kaskadenschaltung des Bremsbefehls (Master/Slave-Funktion) man kann maximum eine Konfiguration von 4 parallelgeschalteten Bremsseinheiten erzielen, die gleichzeitig eingreifen.

Es wurde ein Schutzkreis implementiert, um den IGBT vor eventuellen Kurzschlüssen der Anschlüsse für den Bremswiderstand oder des Bremswiderstandes selbst zu schützen.

Außerdem sind vorhanden:

- Wärmekontrolle des Kühlkörpers
- Steuerung der Netzspannungen

Das gespeicherte Signal kann nach Aufhebung des Alarmzustandes über den auf der Einheit vorhandenen Druckknopf oder über einen zugeordneten Fernbefehl rückgestellt werden.

Es besteht ferner die Möglichkeit, den mittleren Frequenzumrichterkreis durch einen entsprechenden Befehl schnell zu entladen.

Dieser Befehl muss direkt mit den Schützen, die die Energie an die Frequenzumrichter liefern, verblockt werden.

1.1. Standards

Klimabedingungen:	IEC 68-2 Part 2 und 3
Isolierung und Verlust:	EN 50178, UL508C (*), UL840 Grad 2 (*)
Vibrationen:	IEC68-2 Part 6
Genehmigungen:	CE; UL, cUL (*)
Schutzgrad:	IP20
	(*) außer Modell BUy-1065-6.

2. Haupteigenschaften

- Schutzgrad IP20
- Maximale Nenntemperatur der Betriebsumgebung 40° C (max. 50° C mit Leistungsreduktion von 20 %)
- Höchstzulässiger Arbeitszyklus 50 % (57 % für das Modell BUy-1075-5, 52% nur für Modell BUy-1065-6)
- Speisung des Kreises durch DC-Link
- Es können bis zu 4 Einheiten (einschließlich der Mastereinheit), die von einer "MASTER"-Einheit gesteuert werden, parallel angeschlossen werden.
- Eingriffsschwelle mit Schaltern wählbar (ausgenommen Modell BUy-1075-5 und BUy1065-6)
- Meldung +24 V Speisung vorhanden (grüne LED Diode)
- Meldung Einheit aktiv BR (gelbe LED Diode)
- Meldung Alarmbedingung AL (rote LED Diode)
- Meldung Zustand OK (grüne LED Diode)
- Kontakt eines OK-Relais für das Einfügen in die Alarmsequenzen verfügbar
- Anschlussmöglichkeit externer Schutz
- Möglichkeit zum schnellen Entladen des DC-Link.

3. Technische daten

Modell	Pro Arbeitszyklus umgesetzte max. Leistung (W)	Spitzenstrom (A)	Strom		Arbeitszyklus* (max)
			durchschnittl. (A)	(Arms)	
BUy-1020	50	40	20	28	50%
BUy-1050	180	100	50	70	50%
BUy-1065-6	255	125	65	90	52%
BUy-1085	280	170	85	120	50%
BUy-1075-5	230	125	72	95	57%

tbu0005d

$$*Duty\ cycle = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}}$$

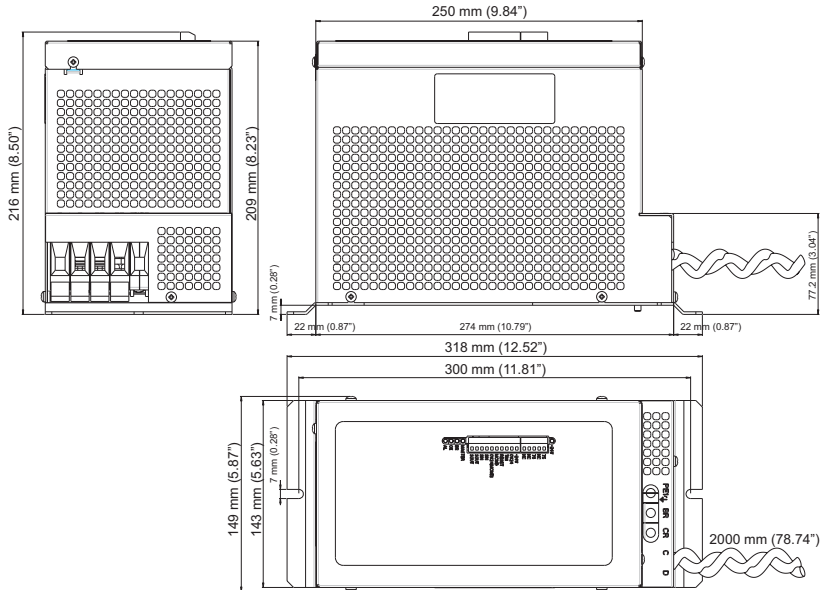
Abhängig von BU und der Frequenzumrichtergröße.

WARNUNG!

Der elektronische Kreis der Bremseinheit ist direkt an das negative Potential des DC-Link angeschlossen, dessen Spannungswert 850 VDC erreichen kann (1000 VDC für das Modell BUy-1075-5, 1150 VDC für das Modell BUy-1065-6).

Wenn die Abdeckung nicht vom Gerät entfernt wird, sind die unter Spannung stehenden Teile nicht zugänglich (IP 20).


3.1. Abmessungen und gewichte




Model	(lbs) kg	Model	(lbs) kg	Model	(lbs) kg
BUy-1020	(12.1) 5.5	BUy-1065-6	(16.7) 7.6	BUy-1085	(16.7) 7.6
BUy-1050	(13.2) 6	BUy-1075-5	(16.7) 7.6		

tbu0010d

Abbildung 3.1.1: Klemmleisten





⊗ +24 V

75			75
76			NC
76			76
76			NC
76			NC

1			+24 V
2			0V24
3			TIM
4			RESET
5			MCMD
6			0V24(MCMD)
7			SIN
8			SIN
9			SOUT
10			SOUT

⊗ MASTER

⊗ BR

⊗ OK

⊗ AL

WARNING!
Risk of Electric Shock

Dc-Link twisted wires have a maximum length of 2 meters

The dc-link twisted wires must be disconnected at the inverter C and D terminals before removing the cover or performing any maintenance or inspection operation.


Do not perform voltage test at the control card terminals with megger equipment or high voltage testers.

AVERTISSEMENT!
Risque de décharge électrique.

Les fils torsades du dc-link ont une longueur maxi de 2 metres.

Les fils torsades du dc-link doivent être déconnectés des connexions C et D avant d'ôter le couvercle ou d'effectuer toute operation d'entretien et de contrôle.

N'effectuer aucun test de tension aux connexions de la carte de contrôle avec equipment megger ou des testeurs de haute tension.



SICHERHEITSVORSCHRIFTEN

ACHTUNG

Die Kabel zwischen der Bremsenheit und dem Anschluss an den DC Bus nicht abziehen

Die Abdeckung der Bremsenheit erst dann entfernen, wenn beide Vorrichtungen abgeschaltet wurden und 5 Minuten vergangen sind.

Abbildung 3.1.2: Befestigungsabstände

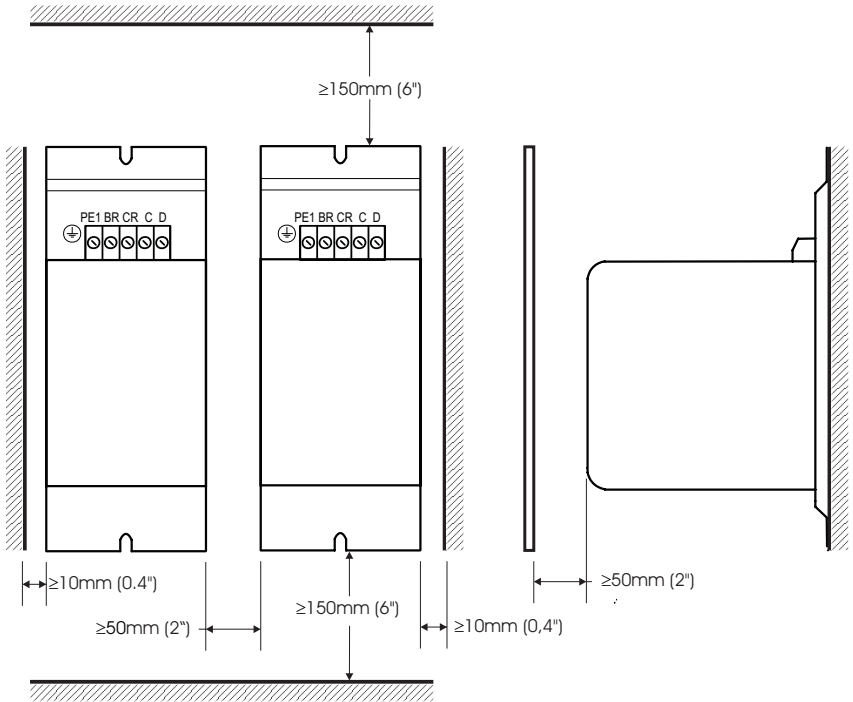
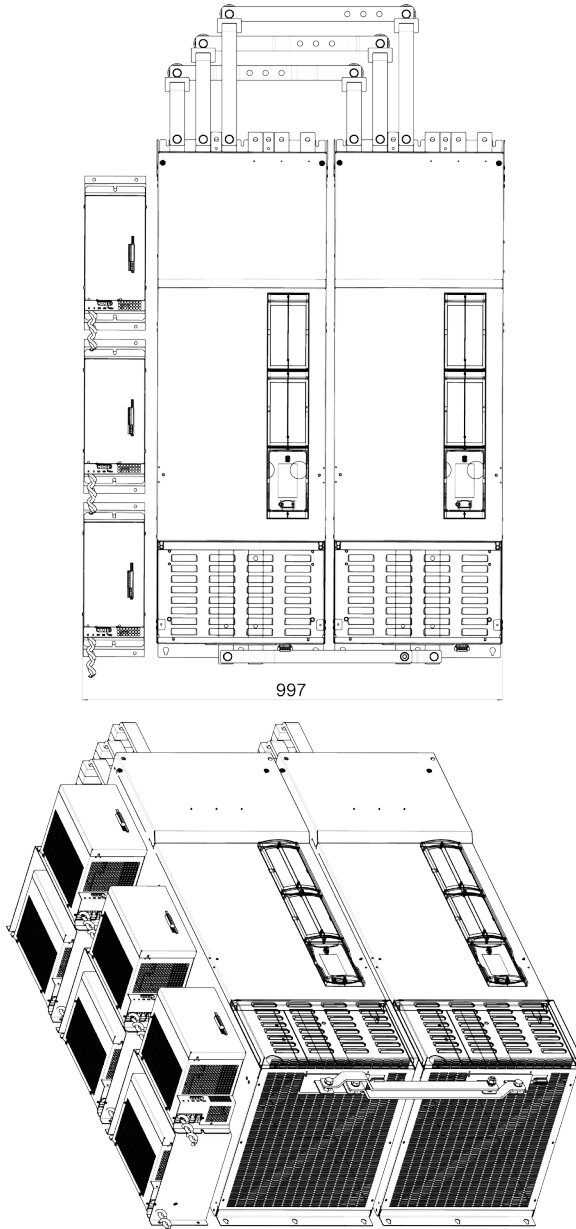


Abbildung 3.1.3: Montagebeispiel n.6 BUy für ADV200 630/710 kW



3.2. Absorption, Sicherungen, LEDs, klemmen und schalter

3.2.1. Absorption

Die Speisung der Bremseinheit wird direkt vom DC-Link erhalten, der maximale Verbrauch beträgt 15 W.

3.2.2. Externe Sicherungen

Die Speisung des Frequenzumrichters, an den die Bremseinheit BUJ angeschlossen ist, muss durch externe Sicherungen F1 (siehe Abb. 3.4.1 und 3.4.2) geschützt werden.

HINWEIS ! Zwischen Antrieb und Bremseinheit sind keine Sicherungen erforderlich.

3.2.3. Interne Sicherungen

Bezeichnung	Schutz für	Sicherung
F2	+ 24 V Speisung (Abschlüsse 1 und 2) Master Ausgang Befehl (Abschlüsse 5 und 6)	0,3 A selbstrücksetzbar

tbu0015d

HINWEIS! Die Sicherung F2 setzt sich selbst zurück, sobald die Ursache aufgehoben wurde.

Hersteller der Sicherungen: RAYCHEM type: SMD030

3.2.4. Signal LEDs

Bezeichnung	Colour	Funktion
24 V	grün	Zeigt das Vorhandensein der korrekten Speisungen an.
MASTER	gelb	Zeigt an, dass die Bremseinheit als Master eingestellt ist.
BR	gelb	Zeigt an, dass die Bremseinheit aktiv ist (Bremsung).
OK	grün	Signalisierung Status des OK-Relais (geschlossen = OK).
AL	rot	Zeigt die Fehlerbedingung an.

tbu0020d

3.2.5. Klemmleisten, Leistungskabel

Die beiden von der Reglerkarte abnehmbaren Klemmleisten bestehen aus folgenden Klemmen:

Abschlüsse	Name	Funktion	I/Q	Max. Spanng.	Max. Strom
X2-1	+24V	Speisung für die Eingänge (TIM, RESET)	Q	24V	200mA
X2-2	0V 24V	Sollpotential der + 24 V Speisung		–	–
X2-3	TIM	Anschluss externer Alarm	I	15...30V	3.2...6.4 mA
X2-4	RESET	Fernrücksetzung des Alarmzustandes	I	15...30V	3.2...6.4 mA
X2-5	MCMD	Befehl für Einschalten der Slave-Bremsungen	Q	24V ± 5%	30 mA
X2-6	0V 24V	Sollpotential für Befehlssignal Einschalten der Slave-Einheit		–	–
X2-7	SIN	Einschaltbefehl Slave-Einheit	I	8...30V	16 mA
X2-8	SIN	Einschaltbefehl Slave-Einheit	I	8...30V	16 mA
X2-9	SOUT	Kaskadenanschluss Slave-Einheit	Q	8...30V	16 mA
X2-10	SOUT	Kaskadenanschluss Slave-Einheit	Q	8...30V	16 mA
X3-75	OK	Kontakt ohne Potential des OK-Relais (geschlossen = OK)	Q	250Vca	1A
X3-76	OK	Kontakt ohne Potential des OK-Relais (geschlossen = OK)	Q	250Vca	1A

tbu0025d

Die Leistungsklemmleiste besteht aus folgenden Klemmen:

Abschlüsse	Funktion	I/Q	Max. Spanng.			Max. Strom
			BU-1020 BU-1050 BU-1085	BU-1065-6	BU-1075-5	
C	Anschluss an den mittleren Frequenzumrichterkreis	I	820Vdc	1200Vdc	1000Vdc	I peak
D	Anschluss an den mittleren Frequenzumrichterkreis	I	820Vdc	1200Vdc	1000Vdc	I peak
CR	Anschluss an den Bremswiderstand	Q	775Vdc	1150Vdc	965Vdc	I peak
BR	Anschluss an den Bremswiderstand	Q	775Vdc	1150Vdc	965Vdc	I peak
PE	Erdschluss	–	–	–	–	–

tbu0030d

Zulässiger Querschnitt der von den Leistungsklemmen CR, BR abgehenden Kabel

Modell	Höchstzulässiger Kabelquerschnitt		
	Flexible Kabel [mm]	Mehrleiterkabel [mm]	AWG
BUy-1020	4...16	2,5...25	12...4
BUy-1050	4...16	2,5...25	12...4
BUy-1065-6 ... BUy-1085	0,75...35	0,75...50	18...0

tbu0035d

Zulässiger Querschnitt der von den Reglerklemmen abgehenden Kabel

Klemmen	Höchstzulässiger Kabelquerschnitt		
	Flexible Kabel [mm]	Mehrleiterkabel [mm]	AWG
1 ... 76	0,35 ... 1.5	0,35 ... 1.5	22 ... 16

tbu0040d

Querschnitt Kabel C und D

Modell	Höchstzulässiger Kabelquerschnitt		
	Flexible Kabel [mm]	Mehrleiterkabel [mm]	AWG
BUy-1020	4		12
BUy-1050	10		8
BUy-1065-6 ... BUy-1085	25		4

tbu0045d

Das Kabel muss verdreht sein, max. Länge: 2 Meter.

Hinweis! Um den Normen UL zu entsprechen, muß das Kabel AWG 4 600V UL62-ST benutzt werden.

3.2.6. Schalterbeschreibung

Die auf der Reglerkarte vorhandenen Schalter sind zugänglich, indem die Vorderabdeckung der Bremsenheit entfernt wird. Sie sind in der folgenden Tabelle aufgelistet.

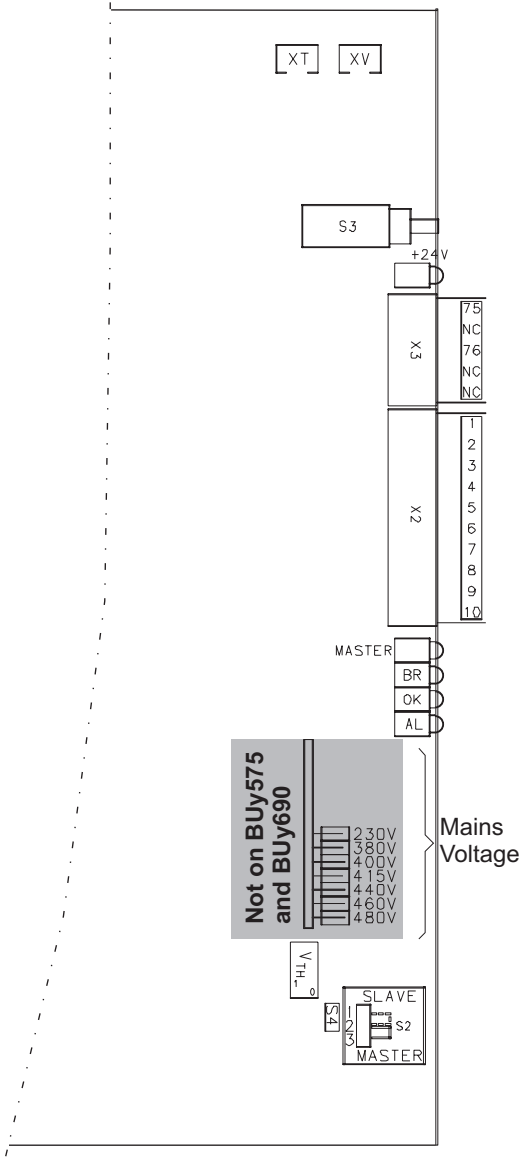
Hinweis! Die Schalter für die Netzspannungswahl sind auf dem Modell BUy-1065-6 und BUy-1075-5 nicht vorhanden.

Bezeichnung		Funktion		
		Versorgungs- spannung	Bremschwelle	
			EINschalten	AUSschalten
		[Vac]	[Vdc]	[Vdc]
Versorgungs- spannung	BUy-1020 BUy-1050 BUy-1085	230	402	382
		380	646	626
		400	678	658
		415	702	682
		440	743	723
		460	753	733
	Buy-1065-6 Buy-1075-5	480	775	755
		690	1150	945
		575	965	945
		S2	MASTER = Wahl der Bremsenheitfunktion als Master SLAVE = Wahl der Bremsenheitfunktion als Slave	
S3	Knopf für Rücksetzen der Alarmbedingung			
S4	Freigabe der Funktion für schnelles Entladen des DC-Link = ON			

tbu0050d

ACHTUNG! Bevor die Abdeckung geöffnet und die Einstellungen geändert werden, den Speisungsanschluss unterbrechen und sicherstellen, dass der DC-Link entladen ist.

Abbildung 3.2.6.1: Position der Schalter, LEDs, Klemmen auf den Karten BUy-C, BUy575 und BUy690



3.3. Wahl von Frequenzrichter und Eingriffsschwellen

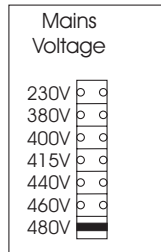
Die Einheiten werden auf die Standardkonfiguration eingestellt:

- Frequenzrichter-Speisungsspannung = 480 VAC (690 VAC für Modell BUy-1065-6 und 575 VAC für Modell BUy-1075-5)
- Eingriffsschwelle = 775 VDC (1150VDC für Modell BUy-1065-6 und 965 VDC für Modell BUy-1075-5)

Abbildung 3.3.1: Standardwahl der Schalter

Hinweis!

Die Modelle BUy1065-6 und BUy-1075-5 verfügen über keinen Switch-Schalter zur Spannungswahl.



Die Eingriffsschwelle der Bremsseinheit muss entsprechend dem Wert der Speisungsspannung des Frequenzrichters, an den sie angeschlossen wird, angepasst werden.

Hinweis:

Es kann eine einzige Bremsschwelle gewählt werden.

Versorgungsspannung (Vac)	Bremsschwelle V_{BR} (Vdc)
230	400
380	640 *
400	680
415	702
440	745
460	753
480	775

tbu055i0d

* Die Schwelle bei 640 V dient allein der Beibehaltung der Verträglichkeit mit den Frequenzrichtern der Serie AM31.

Für die Verwendung mit einem Netz mit 400 VAC die Schwelle 680 VDC wählen.

3.4. Parallelschaltung der Einheiten

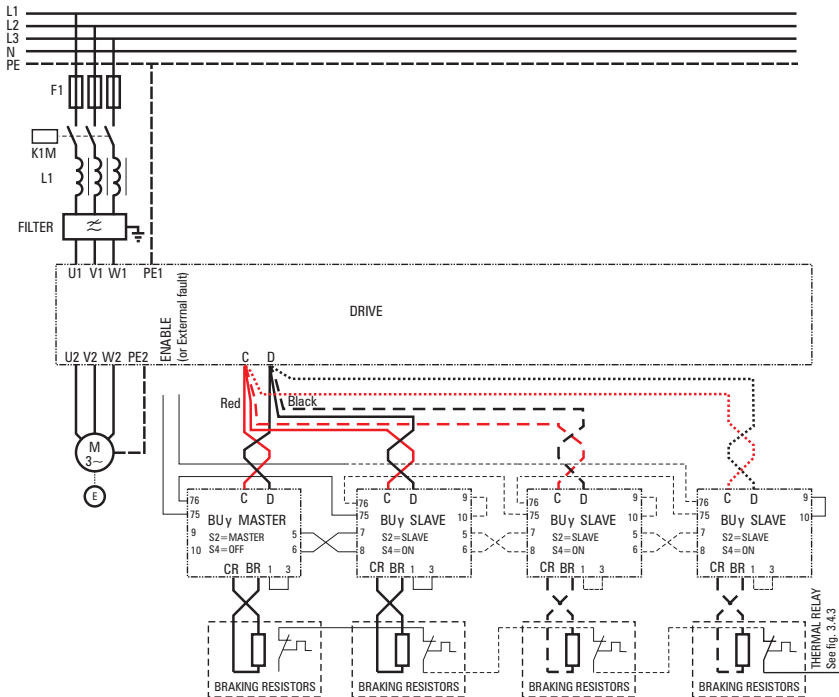
HINWEIS! Wenn die Bremsen einheiten nebeneinander montiert werden, muss zwischen ihnen ein Mindestabstand von 5 Zentimetern gelassen werden (siehe Abb. 3.1.2).

ACHTUNG! **FALSCHES ANSCHLÜSSE DER LEISTUNGSKABEL C UND D KÖNNEN ZUR ZERSTÖRUNG DER EINHEIT UND/ODER DER ANGESCHLOSSENEN FREQUENZUMRICHTER FÜHREN!!**

Die Bremseneinheit ist mit den Leistungskabeln für den Anschluss an die Frequenzumrichterklammern C (rotes Kabel) und D (schwarzes Kabel) ausgestattet (Kabellänge 2 m).

ACHTUNG! Diese Kabel dürfen nicht ausgetauscht werden. Falls erforderlich nur kürzen.

Abb. 3.4.1-A: Beispiel für die Parallelschaltung mehrerer Einheiten (Master und Slave) mit Frequenzumrichter Gefran



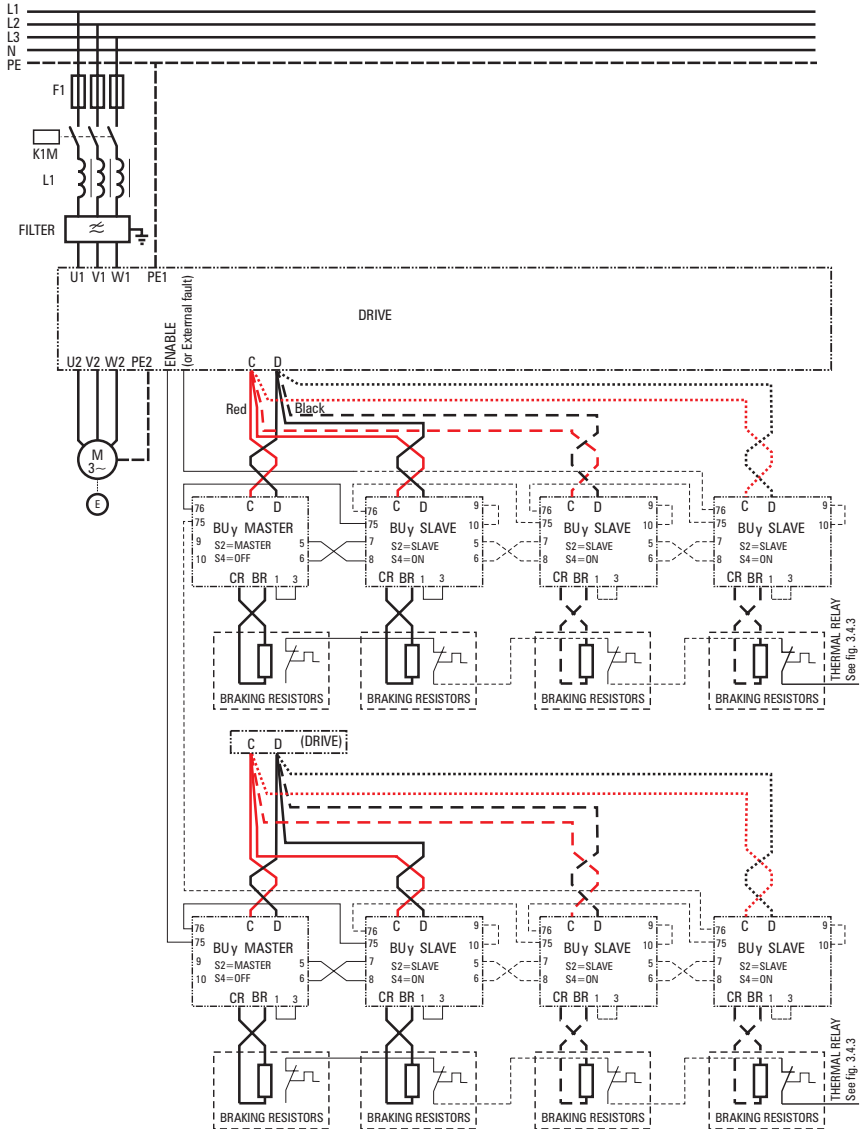
Die Anzahl der BUy-..., die verwendet werden können, wird nur durch den Kabelquerschnitt jedes Bremschoppers im Verhältnis zu den Frequenzumrichterklammern C und D beschränkt.

VERMERK: beim letzten Slave eine Brücke von Klemme 9 auf 10 setzen.

79-D

————— Braking Unit —————

Abb. 3.4.1-B: Anschlussbeispiel - mehrere Geräte in Parallelschaltung (Master und Slave), für Frequenzumrichter Gefran mit hoher Bremsleistung



Die Anzahl der BUy-..., die verwendet werden können, wird nur durch den Kabelquerschnitt jedes Bremschoppers im Verhältnis zu den Frequenzumrichterklammern C und D beschränkt.

Die Frequenzumrichter der Serie AVy sind mit einem Befehl für externe Bremschopper ausgestattet, alle BUy-... müssen als Slave konfiguriert werden. Die Frequenzumrichterklammern 26 und 27 werden an die Klemmen 7 und 8 (SIN) der ersten BUy angeschlossen, die ihrerseits mit ihren Klemmen 5 und 6 an die nächste BUy angeschlossen wird. Die Klemmen 9 und 10 (SOUT) werden kurzgeschlossen. Siehe folgendes Beispiel.

Abb. 3.4.2: Beispiel für die Parallelschaltung mehrerer Einheiten (Slave), mit Frequenzumrichter Master AVy

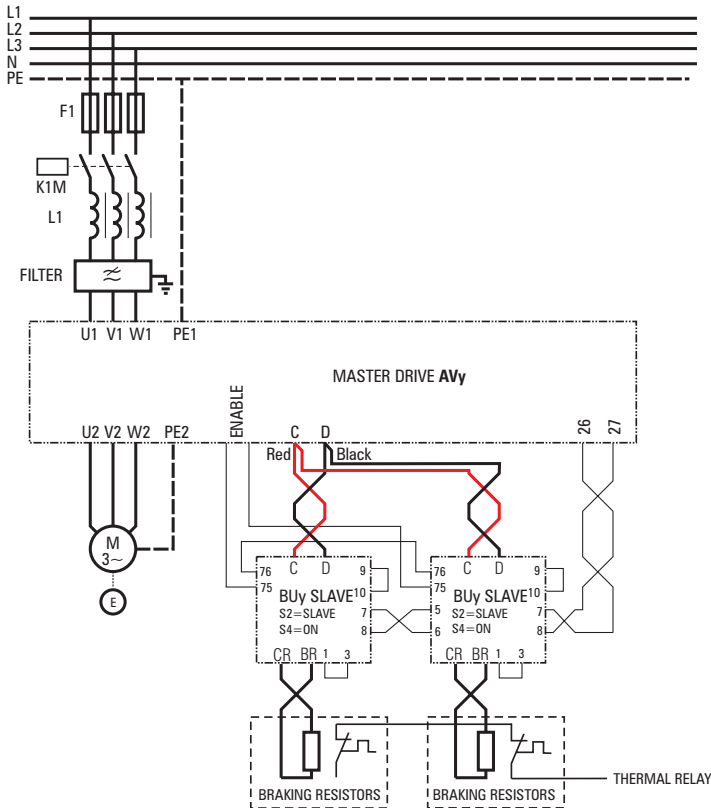
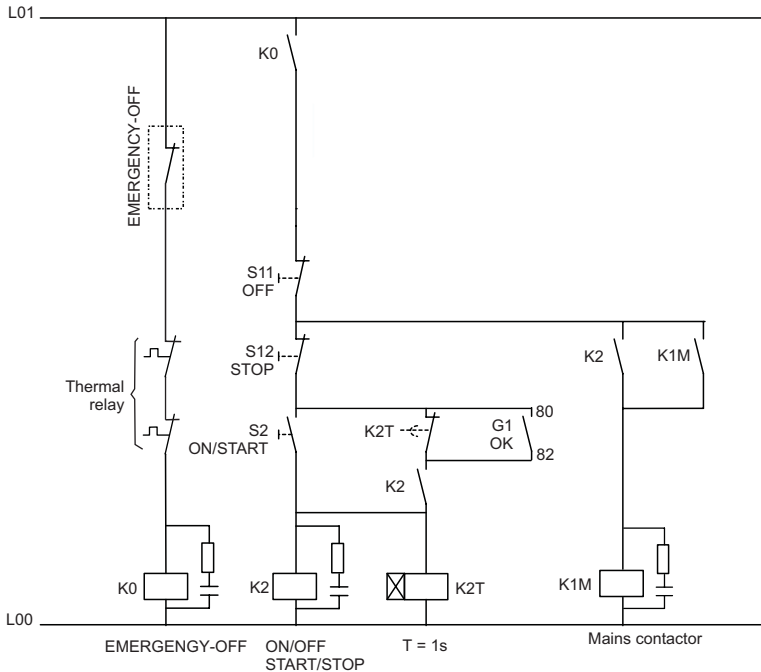


Abb. 3.4.3: Hilfssteuerkreise



3.5. Alarmeingriff

Kommt es zum Eingreifen eines internen Alarms (*), deaktiviert sich die Bremsseinheit unverzüglich, die rote LED AL leuchtet auf und der Kontakt des OK-Relais öffnet sich (Klemmen X3-75/X3-76).

Nach Behebung der Alarmursache kann der Bremschopper auf eine der folgenden Arten rückgesetzt werden:

- mittels Druckknopf S3
- mit dem auf der Klemme X2-1 und X2-4 eingefügten Fernbefehl
- Die Speisung zum Frequenzumrichter wird unterbrochen und in der Folge wieder aufgenommen.

(*) Eingriff des auf dem Kühlkörper befindlichen Wärmekontakts oder des IGBT-Schutzkreises oder des Speisungskreises.

3.6. Verwendung der Entladungsfunktion des DC-Link

Durch eine geeignete Voreinstellung kann die Bremsseinheit für die Entladung eines eventuell vorhandenen DC-Link mit hohem kapazitivem Wert eingesetzt werden (beispielsweise bei Systemen, in denen der DC-Link parallelgeschaltet ist). Zu diesem Zweck muss der Schalter S4 auf ON-Position gestellt und die Klemmen X2-9 und X2-10 überbrückt werden.

In diesem Zustand erzielt man die Entladung des DC-Link bis auf einen Wert, der gleich oder niedriger ist als 60 VDC, indem zu den Klemmen X2-7 und X2-8 SIN eine externe Spannung zwischen 10 und 30 VDC gebracht wird und die Klemmen X2-9 und X2-10 überbrückt werden oder unter Verwendung der an den Klemmen X2-1 und X2-2 vorhandenen Spannung.

ACHTUNG!

Um Schäden am Bremswiderstand zu vermeiden, muss der Eingabesequenz für diesen Befehl besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Dieses Signal muss der Bremsseinheit über einen Kontakt geliefert werden, der mit den die Frequenzumrichter speisenden Schützen verblockt ist.

4. Bemessung von Bremseinheit und entsprechendem Widerstand

Die folgenden Angaben sind als allgemeine Hinweise zu verstehen. Kapitel 6 enthält ein Verzeichnis der normierten Widerstände, die mit den Bremseinheiten der Serie BUy-... unter den angenommenen Bedingungen verwendet werden müssen.

Dabei Folgendes beachten:

P_{PBR} [W]	Spitzenleistung während der Bremsung
P_{NBR} [W]	Nennleistung des Widerstandes
E_{BR} [J]	Bremsungsenergie
V_{BR} [V]	Bremsungsspannung
I_{PBR} [A]	Bremsungs-Spitzenstrom
I_{AVBR} [A]	Durchschnittlicher Bremsungsstrom
I_{PBU} [A]	Spitzenstrom der Bremseinheit
n_1, n_2 [RPM]	Anfangs- und Enddrehzahl
t_{BR}, T [S]	Brems- und Zykluszeit
J_{TOT} [Kg* m2]	Totales Trägheitsmoment (auf die Achse bezogen)

Es gilt:

$$P_{PBR} = J_{TOT} * n_1 * \frac{n_1 - n_2}{t_{BR}} * \frac{2\pi}{60}$$

$$E_{BR} = \frac{J_{TOT}}{2} * \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 * (n_1^2 - n_2^2)$$

$$I_{PBR} = \frac{P_{PBR}}{V_{BR}}$$

Ohmscher Wert des Widerstandes:

$$R_{BR} = \leq \frac{V_{BR}}{I_{PBR}}$$

Nenndauerleistung des Widerstandes:

$$P_{NBR} = \frac{P_{PBR} * t_{BR}}{2T} = \frac{E_{BR}}{T}$$

ACHTUNG!

Mit dieser Formel wird ein durchschnittlicher Leistungswert berechnet, der erheblich von der Momentanleistung bei sehr niedrigen Arbeitszyklen abweichen kann.

Normalerweise können die Widerstände einer Leistungsspitze standhalten, die 5 oder 10 Mal so hoch wie ihr Nennwert ist. Aus diesem Grund kann der hier berechnete Wert bei Arbeitszyklen unter 10 % nicht als Nennleistung des Widerstandes verwendet werden; außerdem müssen die Angaben in den Kapiteln 4.1 und 6 berücksichtigt werden.

Für nähere Informationen zur Überlastkapazität setzen Sie sich bitte mit dem Hersteller der Widerstände in Verbindung.

Da normalerweise $n_2 = 0$ (Stopp), ergibt sich Folgendes:

$$E_{BR} = \frac{1}{2} P_{PBR} * t_{BR}$$

$$I_{PBU} \geq I_{BR}$$

Eigenschaften der Bremsseinheit :

Mit anderen Worten, der von BUy-... zugelassene Spitzenstrom muss größer oder gleich dem effektiven Strom sein. Analog dazu ergibt sich für den Durchschnittsstrom:

$$I_{AVBR} = \frac{E_{PBR}}{t_{BR} * V_{BR}} \quad I_{AVBU} \geq I_{AVBR}$$

4.1 Bemessungsbeispiel @ 460 V

Daten:

- Netzspannung	3 x 460 V
- Frequenzumrichter	ADV3110
- Nennleistung Motor (P_M)	15 HP
- Nenndrehzahl Motor (n_n)	3515 min ⁻¹
- Trägheitsmoment Motor (J_M)	0.033 kgm ²
- Trägheitsmoment der Last an der Motorwelle (J_L)	0.95 kgm ²
- Reibungsdrehmoment des Systems (M_s)	10% des Nenndrehmoments
- Anfängliche Bremsungsdrehzahl (n_1)	3000 min ⁻¹
- End-Bremsungsdrehzahl (n_2)	0 min ⁻¹
- Bremszeit (t_{BR})	10 sec
- Zykluszeit (T)	120 sec

Totales Trägheitsmoment:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 0.033 + 0.95 = 0.983 \text{ kgm}^2 \quad \text{und}$$
$$\Delta\omega = [2\pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\pi * 3000 / 60 = 314 \text{ sec}^{-1}$$

Nenndrehmoment Motor:

$$M_M = P_M / \omega_n = (15 * 745.7) / (2\pi * 3515 / 60) = 30.4 \text{ Nm}$$

$$\text{Gerät ereibungen: } M_s = 0.1 M_M = 3.04 \text{ Nm}$$

Die Bremsungsenergie ist gegeben durch:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (0.983 / 2) * (0.10472)^2 * 3000^2 = 48509 \text{ Joules oder Wsec}$$

Wenn auch die Systemreibung berücksichtigt werden sollen, ist die von der Bremsinheit umgesetzte Bremsungsenergie niedriger.

Das verlangte Bremsungsdrehmoment ist:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 0.983 * 314 / 10 = 30.9 \text{ Nm}$$

Das Bremsungsdrehmoment setzt sich aus zwei Teilen zusammen: den Gerät ereibungen und dem Drehmoment, das von der elektrischen Motorbremsung erzeugt werden muss:

$$M_{bM} = M_b - M_s = 30.9 - 3.04 = 27.86 \text{ Nm}$$

Die durchschnittliche Leistung des Bremsprozesses ist gegeben durch:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 27.86 * 314 * 0.5 = 4374 \text{ W}$$

Der auf diese Weise erhaltene neue Wert für die Bremsungsenergie ist:

$$\text{Neue } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 4374 * 10 = 43740 \text{ Joules oder Ws}$$

die offensichtlich niedriger ist als die vorhergehende Energie.

Die Leistungsspitze der Bremsung ist gegeben durch:

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\Pi) / (t_{BR} * 60) = 9.7 \text{ kW} \quad \text{und somit:}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 9700 / 753 = 12,9 \text{ A} \quad \text{und}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 753 / 12,9 = 58,3 \Omega$$

Da $I_{PBR} = 12,9 \text{ A}$ wird, kann ersehen werden, dass die Einheit **BUY-1020** den Anforderungen gerecht wird.

Wahl des Widerstandes

Die Widerstands-Nennleistung muss folgendermaßen gegeben sein:

Der Widerstandswert muss zwischen dem minimal von der BUy erlaubt und 58Ω liegen.

$$P_{NBR} = (P_{PBR} / 2) * (t_{BR} / T) = (9700 / 2) * (10 / 120) = 404 \text{ W}$$

Hieraus ist ersichtlich, dass die Nennleistung des Widerstandes aufgrund des niedrigen Arbeitszyklus' ($10 / 120$) relativ niedrig ist; der Widerstand muss jedoch die auf ihn während den 10 Bremsungssekunden angewandte Energie aushalten können. Diese Energie beträgt 43740 Joules. Aus der Tabelle mit den Standard-Bremsungswiderständen (Kapitel 6) ist ersichtlich, dass der Typ **RFPD 900 DT 68R** einen ausreichenden Nennleistungswert hat, jedoch einen zu niedrigen EBR - Wert ($21 \text{ kWsec} / 21000 \text{ Joules}$).

Aus diesem Grund fällt die endgültige Wahl auf Typ **RFPD 1100 DT 40R**, mit $E_{BR} = 44 \text{ kWsec} / 44000 \text{ Joules}$.

4.2 Bemessungsbeispiel @ 575 V

(Nur für das Modell AVy/AGy-EV)

Daten:

- Netzspannung	3 x 575 V
- Motorleistungsgrad	(%) 95
- Nennleistung Motor (P_M)	150 HP oder 104 kW
- Nenndrehzahl Motor (n_n)	1785 min^{-1}
- Trägheitsmoment Motor (J_M)	3.1 kgm^2
- Trägheitsmoment der Last an der Motorwelle (J_L)	35 kgm^2
- Reibungsdrehmoment des Systems (M_s)	10% des Nenndrehmoments
- Anfängliche Bremsungsdrehzahl (n_1)	1700 min^{-1}
- End-Bremsungsdrehzahl (n_2)	0 min^{-1}
- Bremszeit (t_{BR})	10 sec
- Zykluszeit (T)	120 sec

Totales Trägheitsmoment:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 35 + 3.1 = 38.1 \text{ kgm}^2 \quad \text{und}$$

$$\Delta\omega = [2\Pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\Pi * 1700 / 60 = 178 \text{ sec}^{-1}$$

Nenn Drehmoment Motor:

$$M_M = P_M / \omega_n = (104000) / (2\pi * 1785 / 60) = 557 \text{ Nm}$$

$$\text{Gerät ereibungen: } M_S = 0.1 M_M = 55.7 \text{ Nm}$$

Die Bremsungsenergie ist gegeben durch:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (38.1 / 2) * (0.10472)^2 * 1700^2 = 603000 \text{ Joules oder Wsec}$$

Wenn auch die Systemreibungen berücksichtigt werden sollen, ist die von der Bremseinheit umgesetzte Bremsungsenergie niedriger.

Das verlangte Bremsungsdrehmoment ist:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 38.1 * 178 / 10 = 678 \text{ Nm}$$

Das Bremsungsdrehmoment setzt sich aus zwei Teilen zusammen: den Gerät ereibungen und dem Drehmoment, das von der elektrischen Motorbremsung erzeugt werden muss:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 678 - 55.7 = 622 \text{ Nm}$$

Die durchschnittliche Leistung des Bremsprozesses ist gegeben durch:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 622 * 178 * 0.5 = 55300 \text{ W}$$

Der auf diese Weise erhaltene neue Wert für die Bremsungsenergie ist:

$$\text{Neue } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 55300 * 10 = 553000 \text{ Joules oder Ws}$$

die offensichtlich niedriger ist als die vorhergehende Energie.

Die Leistungsspitze der Bremsung ist gegeben durch:

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\pi) / (t_{BR} * 60) = 160 \text{ kW} \quad \text{und somit:}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 120 \text{ kW} / 965 = 125 \text{ A} \quad \text{und}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 965 / 125 = 7.7 \Omega$$

Hieraus ist ersichtlich, dass die Anforderungen mit 2 **BUy-1075-5** Einheiten erfüllt werden.

Wahl des Widerstandes

Die Widerstands-Nennleistung muss folgendermaßen gegeben sein:

$$P_{NBR} = (P_{PBR} / 2) * (t_{BR} / T) = (60000 / 2) * (10 / 120) = 2500 \text{ W} \quad (2 \text{ Wid.} \times 2 \text{ BUy} = 5000 \text{ W})$$

Aus diesem Grund fällt die endgültige Wahl auf den Typ **BR T8K0-7R7** (Nenn- $P_{NBR} = 8000 \text{ W}$, Nenn-E = 320 kWsec), der für ein $t_{br} = 10 \text{ sec}$ $E_{BR} \geq (553/2) \text{ kWsec}$ aufweist.

4.3 Bemessungsbeispiel @ 690 V

Daten:

- Netzspannung	3 x 690 V
- Motorleistungsgrad	(%) 95.6

- Nennleistung Motor (P_M)	132 kW
- Nenndrehzahl Motor (n_n)	1486 min ⁻¹
- Trägheitsmoment Motor (J_M)	2.3 kgm ²
- Trägheitsmoment der Last an der Motorwelle (J_L)	35 kgm ²
- Reibungsdrehmoment des Systems (M_S)	10% des Nenndrehmoments
- Anfängliche Bremsungsdrehzahl (n_1)	1486 min ⁻¹
- End-Bremsungsdrehzahl (n_2)	0 min ⁻¹
- Bremszeit (t_{BR})	10 sec
- Zykluszeit (T)	120 sec

Totales Trägheitsmoment:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 35 + 2,3 = 37,3 \text{ kgm}^2 \quad \text{und}$$

$$\Delta\omega = [2\Pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\Pi * 1486 / 60 = 155 \text{ sec}^{-1}$$

Nenndrehmoment Motor:

$$M_M = P_M / \omega_n = (104000) / (2\Pi * 1785 / 60) = 557 \text{ Nm}$$

$$\text{Gerät ereibungen: } M_S = 0.1 M_M = 55.7 \text{ Nm}$$

Die Bremsungsenergie ist gegeben durch:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\Pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (37,3 / 2) * (0.10472)^2 * 1486^2 = 451620 \text{ Joules oder Wsec}$$

Wenn auch die Systemreibung berücksichtigt werden sollen, ist die von der Bremseinheit umgesetzte Bremsungsenergie niedriger.

Das verlangte Bremsungsdrehmoment ist:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 37,3 * 155 / 10 = 580 \text{ Nm}$$

Das Bremsungsdrehmoment setzt sich aus zwei Teilen zusammen: den Gerät ereibungen und dem Drehmoment, das von der elektrischen Motorbremsung erzeugt werden muss:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 580 - 79,5 = 500 \text{ Nm}$$

Die durchschnittliche Leistung des Bremsprozesses ist gegeben durch:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 500 * 1558 * 0.5 = 39000 \text{ W}$$

Der auf diese Weise erhaltene neue Wert für die Bremsungsenergie ist:

$$\text{Neue } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 39000 * 10 = 390000 \text{ Joules oder Wsec}$$

die offensichtlich niedriger ist als die vorhergehende Energie.

Die Leistungsspitze der Bremsung ist gegeben durch:

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\Pi) / (t_{BR} * 60) = 90 \text{ kW} \quad \text{und somit:}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 90 \text{ kW} / 1150 = 125 \text{ A} \quad \text{und}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 1150 / 125 = 9,2 \Omega$$

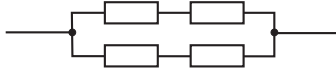
Hieraus ist ersichtlich, dass die Anforderungen mit 1 **BUy-1065-6** Einheiten erfüllt werden.

Wahl des Widerstandes

Die Widerstands-Nennleistung muss folgendermaßen gegeben sein:

$$P_{\text{NBR}} = ((P_{\text{PBR}}) * t_{\text{BR}}) / 2T = (90\text{kW} * 10) / 240 = 3750 \text{ W}$$

Aus diesem Grund fällt die endgültige Entscheidung auf den **BRT 8K0-9R2** (E Nennwert = 220 kWsec) . 2 Widerstände in Serie und 2 parallel schalten, damit die 390 kWsec Energie absorbiert werden:



4.4. Vereinfachte Bemessung des Widerstands

Für den Fall, dass nicht alle oben beschriebenen Daten bekannt sind, kann eine sehr vereinfachte, wenn auch nur annähernde Berechnung des Bremsungswiderstandes durchgeführt werden. Diese Lösungsmöglichkeit kann zu einer Überbemessung des zu verwendenden Widerstandes führen.

Für die Berechnung der verschiedenen Widerstandswerte können die folgenden Formeln verwendet werden:

$$R_{BR} [\Omega] = \frac{V_{BR} [V]}{I_{PBR} [I]}$$

Soll der Wert des Widerstands für einen Frequenzumrichter berechnet werden:

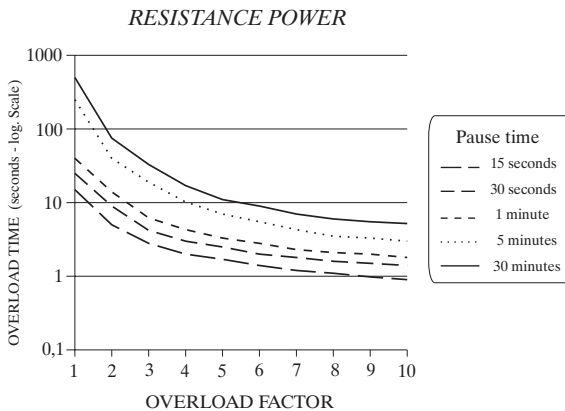
- Spitzenstrom für die Bremsung = 100 A (125 A), siehe Tabelle in Kapitel 3
- Speisung 400 VAC (575 VAC), siehe Tabelle in Kapitel 3.3
- Bremsschwellenwert = 680 VAC (965 VAC), siehe Tabelle in Kapitel 3.3

ergibt sich:

$$R_{BR} = \frac{680}{100} = 6.8 \Omega$$

Diese Formel gibt jedoch nur den Ohmschen Wert an, im Hinblick auf die Leistung des Widerstandes gilt Folgendes:

Der Bremswiderstand wird normalerweise mit einem Aussetzzyklus verwendet; es kann daher ein Widerstand verwendet werden, der eine Dauerleistung umsetzen kann, die niedriger ist als die Leistung, die sich aus dem Produkt $R_{BR} * I_{PBR}^2$ ergibt. Für die Festlegung des Überlastfaktors kann folgendes Diagramm verwendet werden (ähnliche Diagramme können vom Hersteller des zu verwendenden Widerstandes geliefert werden).



Zur Berechnung der Dauerleistung (oder Nennleistung) des Bremswiderstandes unter Verwendung dieser graphischen Darstellung kann folgende Formel angewendet werden:

$$\text{Continuative power } R_{BR} = \frac{\text{Regenerated power}}{\text{Overload factor}}$$

Berücksichtigt man, dass ein Motor mit 30 kW mit einer Überlast von 150 % gebremst werden muss, liegt eine maximale rückgewonnene Leistung von 45 kW .

Nimmt man beispielsweise eine Bremszeit von 5 Sekunden an (Überlastzeit für den Widerstand) und 1 Minute Pause, liefert die Grafik einen Überlastfaktor von 3,9; die Nennleistung des Widerstandes ist somit:

$$\frac{45 \text{ kW}}{3.9} = 11.5 \text{ kW}$$

HINWEIS: Die Verwendung der im folgenden Kapitel 6 angeführten normierten Widerstände wird dringend empfohlen.

4.5 Vereinfachte Widerstandsbemessung Ausgehend von der Haltezeit

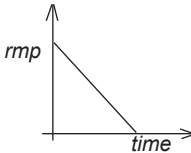
- 1) Add Motor Inertia + Gearbox Inertia + Reflected Machine Inertia = Total System inertia [ft lb²]

$$\text{Reflected Machine Inertia} = \frac{\text{Machine Inertia}}{(\text{Gear Ratio})^2}$$

- 2) Die Systemenergie bei der höchsten Drehzahl berechnen

$$\frac{[\text{Total System Inertia}] [\text{Top rpm}^2]}{4300000} = \text{System Energy [kW} \cdot \text{sec]}$$

- 3)



Die durchschnittliche, für die Aufnahme der Halteenergie erforderliche Leistung [kW] berechnen, dabei Kupplungen und Wirkungsgrade außer Acht lassen.

$$\frac{(\text{System Energy}) \text{ kW} \cdot \text{sec}}{(\text{Stop time}) \text{ sec}} = \text{Average Stopping Power [kW]}$$

- 4) Den für die Dissipation der durchschnittlichen Halteleistung [kW] erforderlichen elektrischen Widerstand berechnen.

$$\frac{(\text{DC Bus Volts})^2}{(\text{Ave Stopping kW} * 1000 * 2)} = \Omega \quad \text{Für ADV als Master, bei 460 Vac, Volt des DC bus} = 780.$$

Dies ist der maximale Ohmsche Wert, der für die Antriebsblockierung innerhalb des Zeitlimits verwendet werden kann. Es können auch niedrigere Ohmsche Werte verwendet werden.

- 5) Den für den Motor zum Erreichen des Stromlimits zu jedem beliebigen Zeitpunkt des Halteprozesses erforderlichen elektrischen Widerstand berechnen.

Motor HP * .746 = Motor kW

Current Limit kW = Motor kW * 1.5 (150% overload)

$$\frac{(\text{DC Bus Volts})^2}{\text{Current Limit kW} * 1000} = \Omega$$

- 6) Den Wert des Widerstandes aus dem angegebenen Bereich zwischen den unter Punkt 4) und 5) erhaltenen Antworten auswählen. Eine Wahl, die dem unter Punkt 5) angegebenen Wert näher kommt, könnte dazu führen, dass der Widerstand höhere Leistungswerte annimmt, um Folgendem standzuhalten:

$$\text{Instantaneous Current} = \frac{\text{DC Bus Volts}}{\text{Current Limit Ohms}}$$

Eine Wahl, die dem unter Punkt 4) angegebenen Wert näher kommt, ermöglicht keine weiteren Feldanpassungen der schnelleren Haltezeiten.

- 7) Den unter Punkt 6) angegebenen Widerstandsendwert verwenden, um den verlangten Spitzenstrom für den Widerstandes und den BU-Spitzenstrom zu überprüfen.

$$\frac{\text{DC Link Volts}}{\text{DB Resistance Ohms}} = \text{Peak Current [Amps]}$$

Hierdurch wird die Anzahl der verlangten Bremsseinheiten und der BU-Typ ausgehend von den Stromspitzenwerten bestimmt

- 8) Für ein gelegentliches Halten, beispielsweise alle 10 Minuten, oder für einen Halt gefolgt von einer Abkühlungsphase auf die Umgebungstemperatur, kann der Widerstand ausgehend von der Größe für kurze Zeitspannen gewählt werden, zum Beispiel eine durchschnittliche Halteleistung von 15 oder 30 Sekunden, wenn die Widerstandsgröße in kW berechnet wird.

oder:

$$\sqrt{\frac{\text{Average Stopping kW}^2}{\text{Resistor Ohm}}} = \text{Short Time Current [Amps]}$$

Die Leistungsgröße des Widerstandes muss sowohl der augenblicklichen Größe als auch der für kurze Zeitspannen vorgesehenen Größe gerecht werden.

Für Überprüfungslasten oder häufigere Haltezyklen die vorhin angeführten, detaillierten Berechnungen verwenden.

5. Mindestwert der verwendbaren Widerstände

Modell	Netzspannung und Mindestwert des Widerstandes								
	230V	380V	400V	415V	440V	460V	480V	575V	690V
BUy-1020	10 Ω	16 Ω	17 Ω	17 Ω	18.6 Ω	18.6 Ω	19.37 Ω	-	-
BUy-1050	4 Ω	6.4 Ω	6.8 Ω	6.8 Ω	7.5 Ω	7.5 Ω	7.7 Ω	-	-
BUy-1065-6	-	-	-	-	-	-	-	-	9.2 Ω
BUy-1075-5	-	-	-	-	-	-	-	7.7 Ω	-
BUy-1085	2.4 Ω	3.7 Ω	4 Ω	4 Ω	4.4 Ω	4.4 Ω	4.55 Ω	-	-

tbu0060d

Der in der Tabelle angegebenen Ohmsche Wert stellt den absoluten Mindestwert des Widerstandes dar, der an die verschiedenen Bremswiderstände entsprechend der eingestellten Bremsungsschwelle angeschlossen werden kann. In Wirklichkeit könnte dieser Wert eventuell nicht verfügbar sein, und daher muss der nächsthöhere Ohmsche Wert verwendet werden.

Die Angabe dient dazu, die Bremswiderstände am besten auszunützen, wenn mehrere parallelgeschaltete Widerstände eingesetzt werden; in diesem Fall könnte die Schaltung mit dem in der Tabelle angeführten Ohmschen Wert ausgeführt werden.

ACHTUNG!

Die Einheiten sind gegen den direkten Kurzschluss zwischen den Klemmen CR, BR geschützt.

6. Standard-Bremswiderstände

Damit die Wahl des zu verwendenden Bremswiderstandes vereinfacht wird, sind im folgenden die Werte der normierten Widerstände angeführt, berechnet nach einem typischen Anwendungskriterium.

P_{OVL} Vom Frequenzrichter regenerierbare Überlastleistung, gleich der Nennleistung mal dem Faktor 1,36 (Frequenzrichter-Überlast = $I_{cont} \times 1,36$). Serie ADV200 Schwerlastbetrieb Überlast = 150%.

P_{AVBR} Vom Widerstand durchschnittlich umsetzbare Leistung, ausgehend von einem typischen Arbeitszyklus gleich 6.5 %

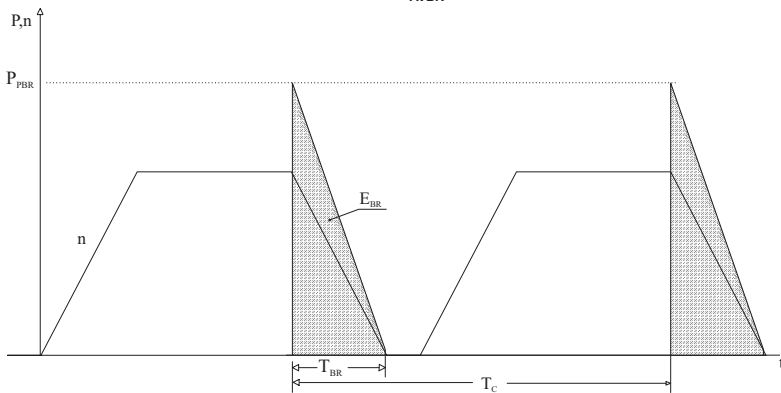
Duty cycle _{max} siehe Kapitel 3.

E_{BR} Maximale, vom Widerstand umsetzbare Momentanenergie

t_{OVLBR} Maximale Zeit für Dauerbremsung unter Überlastbedingungen (P_{OVL})

t_{BR} Maximale Dauerbremszeit unter Nennlastbedingungen

P_{NBR} Nenndauerleistung des Widerstandes, die gleich oder höher als die durchschnittliche Leistung P_{AVBR} sein muss



Der Ohmsche Wert der normierten Widerstände wurde berechnet, um den Bremsstrom ausgehend von der Einsatzbeschränkung der BUy zu gewährleisten:

- **BUy-1020, 1050, 1085:** 480 VAC Frequenzrichterversorgung, 775 VDC Bremsschwelle
- **BUy-1065-6:** 690 VAC Frequenzrichterversorgung, 1150 VDC Bremsschwelle
- **BUy-1075-5:** 575 VAC Frequenzrichterversorgung, 965 VDC Bremsschwelle

AVy - AGy-EV 230...480Vac	BUy- ...	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLBR [sec]	tBR [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
1007 ... 1015	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 220 T 100R	100 Ω
1022 ... 1030	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 300 DT 100R	100 Ω
2040	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RFPD 750 DT 100R	100 Ω
2055	1020	6.8	0.7	14	5	7	0.8	RFPD 750 DT 68R	68 Ω
2075	1020	9.5	1	21	4.5	6	1	RFPD 900 DT 68R	68 Ω
3110	1020	15	1.5	44	3.5	5	1.3	RFPD 1100 DT 40R	31 Ω
3150	1020	20	2	80	8	11	1.9	RFPD 1900 D 28R	28 Ω
4185 ... 4220	1050	30	3	120	6	8	4	BR T4K0-15R4	15.4 Ω
4300	1050	40	4	70	4	5.5	4	BR T4K0-11R6	11.6 Ω
4370	1050	50	5	180	7.5	10	8	2 x BR T4K0-23R	23 Ω
5450	1050	60	6	220	6	8	8	BR T8K0-7R7	7.7 Ω
5550	1085	78	5	120	1.5	11	8	BR T8K0-6R2	6.2 Ω
6750	1085	107	7	2 x 120	2.2	17	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
7900	2 x 1050	128	9	2 x 120	1.9	14	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
71100	2 x 1085	157	10	2 x 120	1.5	11	2 x 8	2 x BR T8K0-6R2	6.2 Ω
71320	2 x 1085	188	13	2 x 360	1.9	14	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
81600	2 x 1085	180 * (218)	18	2 x 350	6	8	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
92500 ... 93150	3 x 1085	272 * (340)	27.2	3 x 350	6	8	3 x 12	3 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
104000 ... 106300	4 x 1085	400 * (500)	40	4 x 350	6	8	4 x 12	4 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω

AVy 575Vac	BUy-1075-5 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLBR [sec]	tBR [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
2002 ... 3020	(**)								
4025 ... 5075	(***)								
6100	1	105	10.5	1 x 320	6.1	4.6	1x8	1 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
7125	2	130	13	2 x 320	4.9	7.4	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
7150	2	156	15.6	2 x 320	4.1	6.1	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
8200	2	208	20.8	2 x 320	3.1	4.6	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω

AVy 690Vac	BUy-1065-6 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLBR [sec]	tBR [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
6750	1	107	7	1 x 120	1.1	8	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
7900	1	128	9	1 x 120	0.9	7	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
71100	2	157	10	2 x 240	1.5	11	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
71320	2	188	13	2 x 240	1.3	10	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
92500	3	356	24	3 x 360	1	8	3x8	3xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
93150	4	449	30	4 x 480	1.1	8	4x8	4xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
105000	6	713	48	5 x 720	1	8	6x8	6xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
106300	8	898	60	8 x 960	1.1	8	8x8	8xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
108000	10	1141	76	10 x 120	1.1	8	10x8	10xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
111200	15	1711	114	15 x 180	1.1	8	15x8	15xBR T8K0-9R2	9.2 Ω

Hinweis!

Die mit ** angegebenen Leistungen haben einen leicht niedrigeren Wert als die für POVL berechneten Werte (Wert in Klammern), um die Einführung weiterer Widerstandswerte zu vermeiden. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass mit hohen Leistungen auf diesem Niveau die dynamischen Betriebsleistungen im allgemeinen geringer sind oder auch der Einsatz einer rückgewinnenden Speisungseinheit erforderlich sein könnte.

(**) Interner Bremschopper.

(***) Interner Bremschopper optionell.

ADV100 400...480Vac	ADV200-4 400...480Vac	BUy- ...	POVL [kW]	PAVBR [kW]	EBR [kWsec]	toVLBR [sec]	tBR [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
-	1007 ... 1015	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 220 T 100R	100 Ω
-	1022 ... 1030	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 300 DT 100R	100 Ω
1040	1040	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RFPD 750 DT 100R	100 Ω
1055	2055	1020	6.8	0.7	14	5	7	0.8	RFPD 750 DT 68R	68 Ω
2075	2075	1020	9.5	1	21	4.5	6	1	RFPD 900 DT 68R	68 Ω
2110	2110	1020	15	1.5	44	3.5	5	1.3	RFPD 1100 DT 40R	31 Ω
3150	3150	1020	20	2	80	8	11	1.9	RFPD 1900 D 28R	28 Ω
3185 ... 3220	3185 ... 3220	1050	30	3	120	6	8	4	BR T4K0-15R4	15.4 Ω
4300	4300	1050	40	4	70	4	5.5	4	BR T4K0-11R6	11.6 Ω
4370	4370	1050	50	5	180	7.5	10	8	2 x BR T4K0-23R	23 Ω
4450	4450	1050	60	6	220	6	8	8	BR T8K0-7R7	7.7 Ω
5550	5550	1085	78	5	120	1.5	11	8	BR T8K0-6R2	6.2 Ω
5750	5750	1085	107	7	2 x 120	2.2	17	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
5900	5900	2 x 1050	128	9	2 x 120	1.9	14	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
-	61110	2 x 1085	157	10	2 x 120	1.5	11	2 x 8	2 x BR T8K0-6R2	6.2 Ω
-	61320	2 x 1085	188	13	2 x 360	1.9	14	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	71600-72000	2 x 1085	180	18	2 x 350	6	8	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	72500...73550	3 x 1085	272	27.2	3 x 350	6	8	3 x 12	3 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	400 - 500 kW	4 x 1085	400	40	4 x 350	6	8	4 x 12	4 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	630 - 710 kW	6 x 1085	560	56	6 x 350	6	8	6 x 12	6 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	900 kW	8 x 1085	730	73	8 x 350	6	8	8 x 12	8 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	1000 kW	9 x 1085	810	81	9 x 350	6	8	9 x 12	9 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω

ADV200-6 690Vac	BUy-1065-6 (q.ty)	POVL [kW]	PAVBR [kW]	EBR [kWsec]	toVLBR [sec]	tBR [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
5750	1	107	7	1 x 120	1.1	8	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
6900	1	128	9	1 x 120	0.9	7	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
61100	2	157	10	2 x 120	1.5	11	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
61320 - 71600	2	188	13	2 x 120	1.3	10	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
72000 - 72500	3	356	24	3 x 120	1	8	3x8	3xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
73150 - 73550	4	449	30	4 x 120	1.1	8	4x8	4xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
400 - 500 kW	6	713	48	5 x 120	1	8	6x8	6xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
630 - 710 kW	8	898	60	8 x 120	1.1	8	8x8	8xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
900 kW	10	1141	76	10 x 120	1.1	8	10x8	10xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
1000 kW	15	1711	114	15 x 120	1.1	8	15x8	15xBR T8K0-9R2	9.2 Ω

Jeder beliebige verwendete Widerstandstyp, der nicht den in der vorigen Tabelle angegebenen Typen entspricht, müssen so bemessen werden, damit sie die Leistung POVL für eine Zeit von 1/10 der Zeit eines hypothetischen Zyklus' aushalten können, bei dem auf die Überlast eine Periode mit Nullleistung für die 9/10 der Gesamtzeit folgt.

$$P_{OVL} \times 0.1 T = P_{AVBR} \times T$$

Die maximale Dauer der Bremszeit (und daher die gesamte Zyklusdauer) wird durch den maximalen Wert des für den Widerstand während der Bremsungsphase zulässigen Energieimpulses EBR bestimmt, entsprechend dem folgenden Verhältnis:

$$t_{OVLBR} \text{ and } t_{BR} = 0.1 T = E_{BR} / P_{OVL}$$

Da die Betriebstemperatur des Widerstandes nicht bewertet werden kann, muss der Widerstand mit einem Wärmekontakt, Öffner, (Klixon) ausgestattet sein, siehe Punkt 3.4.2.

Die hier beschriebenen normierten Widerstände verfügen bereits über diesen Kontakt.

Sommaire

Français.....	99
1. Généralités	100
1.1. Standard	100
2. Caractéristiques Principales	101
3. Caractéristiques Techniques.....	102
3.1. Dimensions et poids	102
3.2. Absorptions, Fusibles, Témoins lumineux, Bornes et switches	106
3.2.1. Absorptions	106
3.2.2. Fusibles extérieurs	106
3.2.3. Fusibles internes	106
3.2.4. Témoin lumineux de signalisation.....	106
3.2.5. Borniers, câbles de puissance	107
3.2.6. Description des switches	108
3.3. Sélection variateur et seuils d'intervention	110
3.4. Raccordement unités en parallèle	111
3.5. Intervention alarme	114
3.6. Utilisation fonction de décharge du DC Link	115
4. Dimensionnement Unité de Freinage et Résistance Correspondante ...	116
4.1 Exemple de dimensionnement @ 460 V.....	118
4.2 Exemple de dimensionnement @ 575 V.....	119
4.3 Exemple de dimensionnement @ 690 V.....	120
4.4. Dimensionnement simplifié de la résistance	123
4.5 Dimensionnement simplifié des résistances en fonction du temps d'arrêt.....	125
5. Valeur Minimum des Résistances Utilisables.....	127
6. Résistances de Freinage Standard	128
7. Schema a Blocs.....	163

1. Généralités

L'unité de freinage BUy-... comprend principalement un interrupteur statique (IGBT) commandé par un circuit en mesure de détecter l'augmentation de la tension du circuit intermédiaire du variateur (DC Link) déterminée par la récupération de l'énergie produite par le moteur (et la charge correspondante) accouplé au variateur pendant les phases de décélération.

Lorsqu'on dépasse un seuil de tension préfixée (sélectionnable par switches, exception faite des modèles BUy-1075-5 et BUy-1065-6) la fermeture de l'interrupteur statique est commandée de manière à connecter en parallèle au DC Link une résistance pour dissiper l'énergie produite. De cette manière on peut obtenir des décélérations plus rapides et éviter l'intervention de la protection de "overvoltage" du variateur qui est provoquée par une augmentation soudaine de la tension du DC Link.

La réalisation d'une connexion parallèle des unités à l'aide des bornes C et D et d'une connexion en cascade de la commande de freinage (fonction maître/esclave) permet d'obtenir une configuration maximum de plusieurs unités de freinage en parallèle qui se déclenchent simultanément.

Un circuit de protection a été implémenté pour protéger l'IGBT contre d'éventuels courts-circuits des raccordements à la résistance de freinage ou de cette dernière.

En outre on trouve:

- Protection thermique du dissipateur.
- contrôle des tensions du power supply.

Le signal mémorisé pourra être rétabli, dès que la condition d'alarme aura été éliminée, par le poussoir se trouvant sur l'unité ou par une commande spéciale à distance.

Possibilité de décharge rapide du circuit intermédiaire du variateur à l'aide d'une commande appropriée.

Cette commande devra être directement interbloquée avec les contacteurs qui fournissent l'énergie aux variateurs.

1.1. Standard

Conditions climatiques:	IEC 68-2 Partie 2 et 3
Isolation et dispersion:	EN 50178, UL508C (*), UL840 niveau 2 (*)
Vibration:	IEC68-2 Partie 6
Approbatons:	CE; UL, cUL (*)
Degré de protection:	IP20

(*) exception faite du modèle BUy-1065-6.

2. Caractéristiques Principales

- Protection IP20
- Température maximale de fonctionnement 40°C ambiante (max. 50°C avec derating de 20%)
- Duty cycle maximum admis 50% (57% pour le modèle BUy-1075-5, 52% pour le modèle BUy-1065-6)
- L'alimentation du circuit obtenue par DC Link
- Possibilité de raccordement jusqu'à 4 unités en parallèle (y compris l'unité Master), commandées par une unité "MASTER"
- Possibilité de raccordement jusqu'à 2 unités en parallèle commandées par une unité "MASTER"
- Le seuil d'intervention sélectionnable par switches (sauf le modèle BUy-1065-6 et BUy-1075-5)
- Signalisation présence alimentation +24V (diode Témoin lumineux vert)
- Signalisation unité active BR (diode Témoin lumineux jaune)
- Signalisation de condition d'alarme AL (diode Témoin lumineux rouge)
- Signalisation de condition de OK (diode Témoin lumineux vert)
- Contact d'un relais de OK disponible pour une insertion dans les séquences d'alarme
- Possibilité de raccorder une protection extérieure
- Possibilité de décharge rapide du DC Link.

3. Caractéristiques Techniques

Modèle	Puissance diffusée max @ Duty cycle	Courant de crête (A)	Courant		Duty cycle* (maxi)
	(W)		Moyen (A)	(Arms)	
BUy-1020	50	40	20	28	50%
BUy-1050	180	100	50	70	50%
BUy-1065-6	255	125	65	90	52%
BUy-1085	280	170	85	120	50%
BUy-1075-5	230	125	72	95	57%

tbu0005f

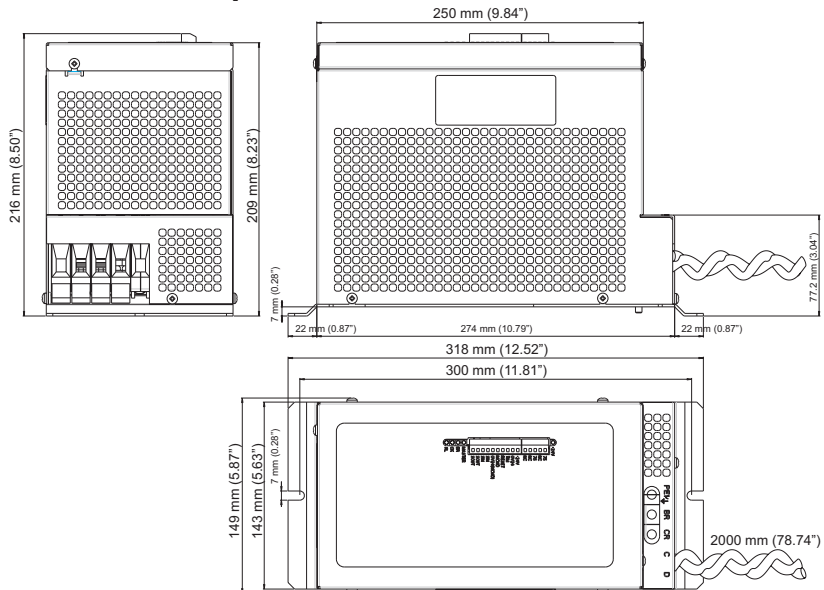
$$*Duty\ cycle = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}}$$

Dépend de la grandeur du variateur et de la BU.

ATTENTION! Le circuit électronique de l'unité de freinage est directement raccordé au potentiel négatif du DC Link dont la valeur de tension peut atteindre 850Vcc (1000Vcc pour le modèle BUy-1075-5, 1150Vcc pour le modèle BUy-1065-6).

Lorsque que le couvercle de l'appareil n'est pas retiré, les composants sous tension ne sont pas accessibles (IP 20).


3.1. Dimensions et poids




Modèle	(lbs) kg	Modèle	(lbs) kg	Modèle	(lbs) kg
BUy-1020	(12.1) 5.5	BUy-1065-6	(16.7) 7.6	BUy-1085	(16.7) 7.6
BUy-1050	(13.2) 6	BUy-1075-5	(16.7) 7.6		

tbu0010f

Figure 3.1.1: Borniers





⊗ +24 V

75					75
76					NC
76					76
76					NC
76					NC

1					+24 V
2					0V24
3					TIM
4					RESET
5					MCMD
6					0V24(MCMD)
7					SIN
8					SIN
9					SOUT
10					SOUT

⊗ MASTER
 ⊗ BR
 ⊗ OK
 ⊗ AL

WARNING!
Risk of Electric Shock

Dc-Link twisted wires have a maximum length of 2 meters

The dc-link twisted wires must be disconnected at the inverter C and D terminals before removing the cover or performing any maintenance or inspection operation.


Do not perform voltage test at the control card terminals with megger equipment or high voltage testers.

AVERTISSEMENT!
Risque de décharge électrique.

Les fils torsades du dc-link ont une longueur maxi de 2 metres.

Les fils torsades du dc-link doivent être déconnectés des connexions C et D avant d'ôter le couvercle ou d'effectuer toute operation d'entretien et de contrôle.

N'effectuer aucun test de tension aux connexions de la carte de contrôle avec equipment megger ou des testeurs de haute tension.



MESURES DE SECURITE

ATTENTION ! Ne pas débrancher les fils d'entrées DC de l'unité de freinage sur le côté de l'appareil.

Retirer le couvercle de la D.B.U seulement après que les deux dispositifs ont été mis hors tension et avoir attendu 5 minutes.

Figure 3.1.2: Distances de fixation

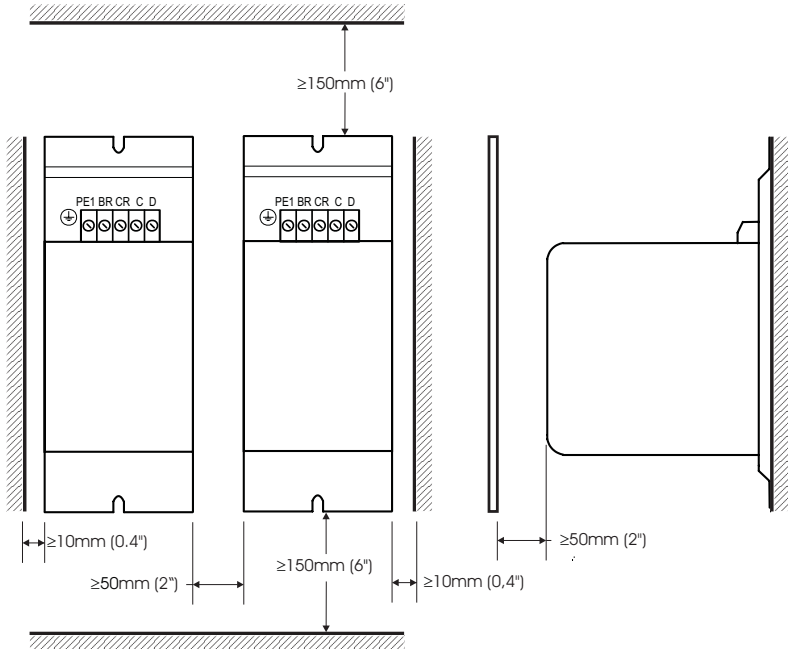
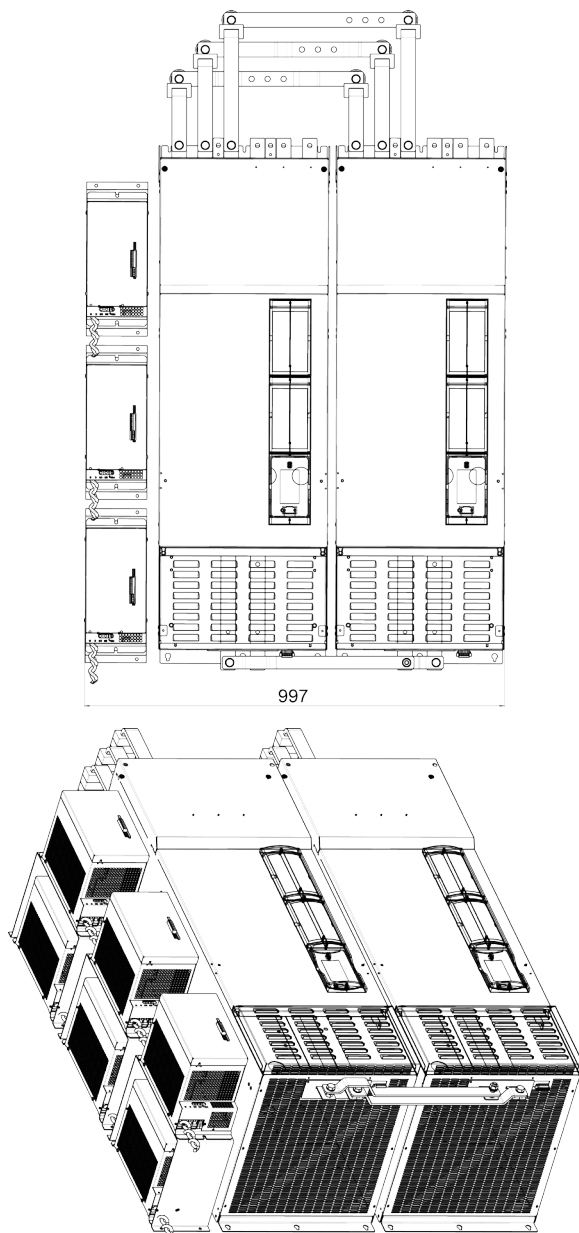


Figure 3.1.3: Exemple de montage n.6 BUy sur ADV200 630/710 kW



3.2. Absorptions, Fusibles, Témoins lumineux, Bornes et switches

3.2.1. Absorptions

L'alimentation de l'unité de freinage est prise directement sur le DC Link et la consommation maximum est de 15W.

3.2.2. Fusibles extérieurs

L'alimentation du variateur, auquel est reliée l'unité de freinage BUy, doit être protégée par les fusibles extérieurs F1 (voir fig. 3.4.1, et 3.4.2). Les fusibles conseillés sont indiqués dans les notices respectives du variateur.

ATTENTION! Les fusibles ne sont pas nécessaires entre le variateur et l'unité de freinage.

3.2.3. Fusibles internes

Dénomination	Protection pour	Fusible
F2	Alimentation +24V (bornes 1 et 2) Sortie commande Master (bornes 5 et 6)	0,3 A Rétablissement Automatique

tbu0015f

REMARQUE! - Le fusible F2 se rétablit automatiquement dès que la cause est éliminée.
Fournisseur de fusible: RAYCKEM type: SMD030

3.2.4. Témoin lumineux de signalisation

Dénomination	Couleur	Fonction
24 V	vert	Indique la présence correcte des alimentations
MASTER	jaune	Indique que l'unité de freinage est programmée comme master
BR	jaune	Indique que l'unité de freinage est active (en freinage)
OK	vert	Contact sans potentiel du relais de OK (fermé = OK)
AL	rouge	Indique la condition d'alarme

tbu0020f

3.2.5. Borniers, câbles de puissance

Le bornier de puissance comprend les bornes suivantes:

Cosses	Nom	Fonction	I/O	Volt. max.	Cour. max.
X2-1	+24V	Alimentation pour les entrées (TIM, RESET)	O	24V	200mA
X2-2	0V 24V	Potentiel de consigne de l'alimentation +24V		–	–
X2-3	TIM	Raccordement alarme extérieure	I	15...30V	3.2...6.4 mA
X2-4	RESET	Réinitialisation à distance de la condition d'alarme	I	15...30V	3.2...6.4 mA
X2-5	MCMD	Commande actionnement freinage Slave	O	24V ± 5%	30 mA
X2-6	0V 24V	Potentiel de consigne signal de commande actionnement unité Slave		–	–
X2-7	SIN	Commande actionnement unité Slave	I	8...30V	16 mA
X2-8	SIN	Commande actionnement unité Slave	I	8...30V	16 mA
X2-9	SOUT	Raccordement en cascade unité Slave	O	8...30V	16 mA
X2-10	SOUT	Raccordement en cascade unité Slave	O	8...30V	16 mA
X3-75	OK	Contact sans potentiel du relais de OK (fermé = OK)	O	250Vca	1A
X3-76	OK	Contact sans potentiel du relais de OK (fermé = OK)	O	250Vca	1A

tbu0025f

Les deux borniers extractibles de la carte de régulation comprennent les bornes suivantes:

Cosses	Fonction	I/O	Volt. max.			Cour. max.
			BU-1020 BU-1050 BU-1085	BU-1065-6	BU-1075-5	
C	Raccordement au DC link du variateur	I	820Vdc	1200Vdc	1000Vdc	I peak
D	Raccordement au DC link du variateur	I	820Vdc	1200Vdc	1000Vdc	I peak
CR	Connexion à la résistance de freinage	O	775Vdc	1150Vdc	965Vdc	I peak
BR	Connexion à la résistance de freinage	O	775Vdc	1150Vdc	965Vdc	I peak
PE	Connexion à la terre de l'installation	–	–	–	–	–

tbu0030f

Section des câbles admise par les bornes de puissance CR, BR

Modèle	Maximum Permissible Cable Cross-Section		
	flexible [mm]	multi-core [mm]	AWG
BUy-1020	4...16	2,5...25	12...4
BUy-1050	4...16	2,5...25	12...4
BUy-1065-6 ... BUy-1085	0,75...35	0,75...50	18...0

tbu0035f

Section des câbles admise par les bornes de régulation

Bornes	Maximum Permissible Cable Cross-Section		
	flexible [mm]	multi-core [mm]	AWG
1 ... 76	0,35 ... 1.5	0,35 ... 1.5	22 ... 16

tbu0040f

Section des câbles C et D

Modèle	Maximum Permissible Cable Cross-Section		
	flexible [mm]	multi-core [mm]	AWG
BUy-1020	4		12
BUy-1050	10		8
BUy-1065-6 ... BUy-1085	25		4

tbu0045f

Le câble doit être torsadé, longueur 2 mètres maxi.

REMARQUE! Pour la conformité aux normes UL utiliser le câble AWG 4 600V UL62-ST.

3.2.6. Description des switches

Les switches se trouvant sur la carte de régulation, reportés dans le tableau suivant, sont accessibles en retirant le couvercle frontal de l'unité de freinage.

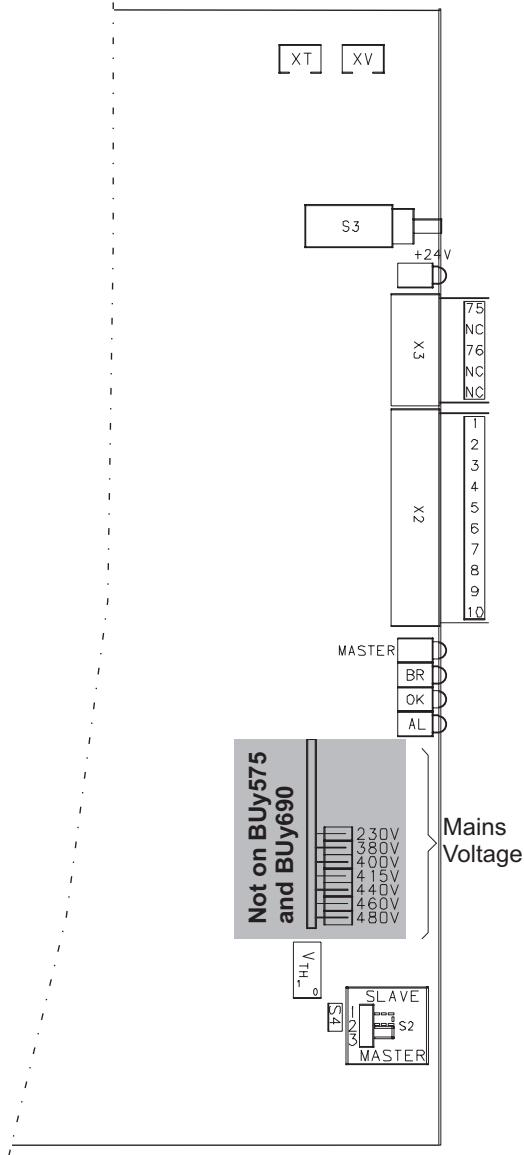
Note! Les sélecteurs pour la sélection de la tension du réseau ne sont pas montés sur le modèle BUy-1065-6 et BUy-1075-5.

Dénomination		Fonction		
		Tension d'alimentation	Seuil de freinage	
			Turn ON	Turn OFF
		[Vac]	[Vdc]	[Vdc]
Mains Voltage	BUy-1020 BUy-1050 BUy-1085	230	402	382
		380	646	626
		400	678	658
		415	702	682
		440	743	723
		460	753	733
		480	775	755
	Buy-1065-6	690	1150	945
	Buy-1075-5	575	965	945
S2	MASTER = Sélectionne fonction unité de freinage comme Master SLAVE = Sélectionne fonction unité de freinage comme Slave			
S3	Bouton de reset de la condition d'alarme			
S4	Entrée fonction commande de déchargement du DC link = ON			

tbu0050f

ATTENTION! Avant d'ouvrir le couvercle et de modifier les programmations, déconnecter l'alimentation et s'assurer que le DC link est déchargé.

Figure 3.2.6.1: Position des sélecteurs, des leds, des bornes, sur les cartes BUy-C, BUy575 et BUy690



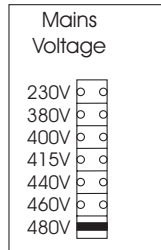
3.3. Sélection variateur et seuils d'intervention

Les unités sont réglées en configuration standard:

- Tension d'alimentation variateur = 480Vca (690Vca pour le modèle BUy-1065-6 et 575Vca pour le modèle BUy-1075-5)
- Seuil d'intervention = 775Vcc (1150Vcc pour le modèle BUy-1065-6 et 965Vcc pour le modèle BUy-1075-5)

Figure 3.3.1: Sélection standard des switches

NOTE! Les modèles BUy1065-6 et BUy-1075-5 ne sont pas équipés du commutateur de tension.



Le seuil d'intervention, de l'unité de freinage, devra être adapté en fonction de la valeur de la tension d'alimentation du variateur auquel elle est raccordée.

REMARQUE! Il est possible de sélectionner un seul seuil de freinage

Tension d'alimentation (Vac)	Seuil d'intervention V_{BR} (Vdc)
230	400
380	640 *
400	680
415	702
440	745
460	753
480	775

tbu055f

* Le seuil à 640V sert uniquement à maintenir la compatibilité avec les variateurs de la série AM31.

Pour l'utilisation avec un réseau 400Vca, sélectionner le seuil de 680Vcc.

3.4. Raccordement unités en parallèle

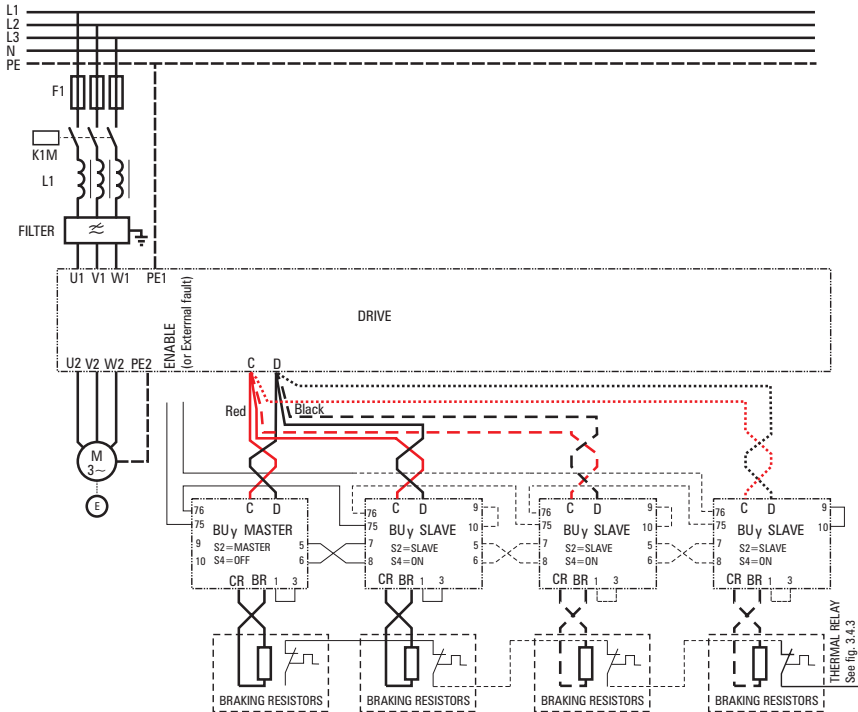
REMARQUE! Lorsque les unités de freinage sont montées côte à côte, il faut maintenir entre elles une distance minimum de 5 centimètres (voir fig. 3.1.2).

ATTENTION! **DES MAUVAISES CONNEXIONS DES CABLES DE PUISSANCE C et D PEUVENT ENTRAINER LA DESTRUCTION DE L'UNITE ET/OU DES VARIATEURS RACCORDES !**

L'unité de freinage est fournie avec des câbles de puissance pour le raccordement aux bornes **C** (câble rouge) et **D** (câble noir) du variateur (longueur câbles 2m).

ATTENTION! Ces câbles ne doivent pas être remplacés. Si nécessaire, on peut uniquement les raccourcir.

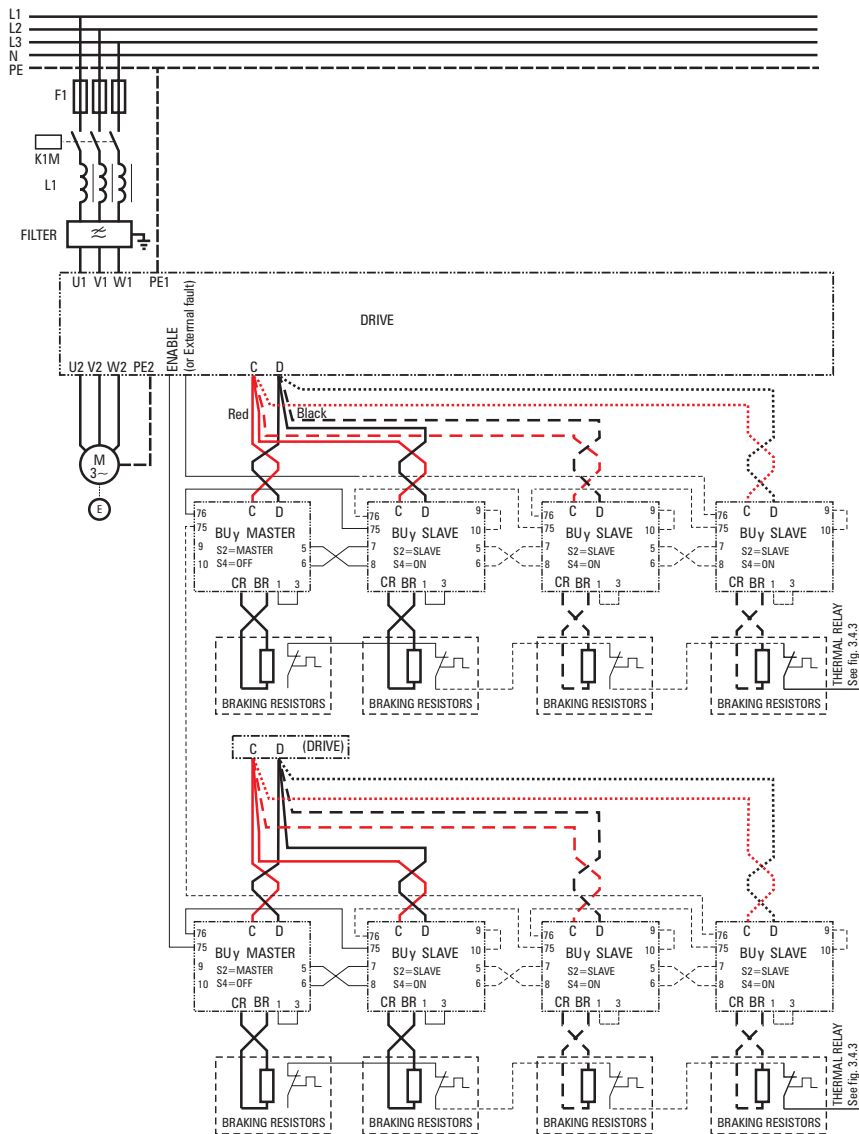
Fig. 3.4.1-A: Exemple de raccordement de plusieurs unités en parallèle (Master et Slave) avec variateurs Gefran



Le nombre des BUy... pouvant être utilisées est limité uniquement à la section des câbles de chaque unité de freinage par rapport aux bornes C et D du variateur.

REMARQUE: Le cavalier 9-10 doit être inséré sur la dernière unité esclave.

Fig. 3.4.1-B: Exemple de connexion parallèle de plusieurs unités (maître et esclave) pour les variateurs Gefran à puissances de freinage élevées.



Le nombre des BUy... pouvant être utilisées est limité uniquement à la section des câbles de chaque unité de freinage par rapport aux bornes C et D du variateur.

Les variateurs de la série AVy, sont équipés de commande pour des unités de freinage extérieures, toutes les BUy-... devront être configurées comme Esclave. Les bornes 26 et 27 du variateur seront raccordées aux bornes 7 et 8 (SIN) de la première BUy, qui à son tour sera raccordée à la suivante par ses bornes 5 et 6. Les bornes 9 et 10 (SOUT) seront court-circuitées. Voir l'exemple suivant.

Fig. 3.4.2: Exemple de raccordement de plusieurs unités en parallèle (Slave) avec variateur Master AVy

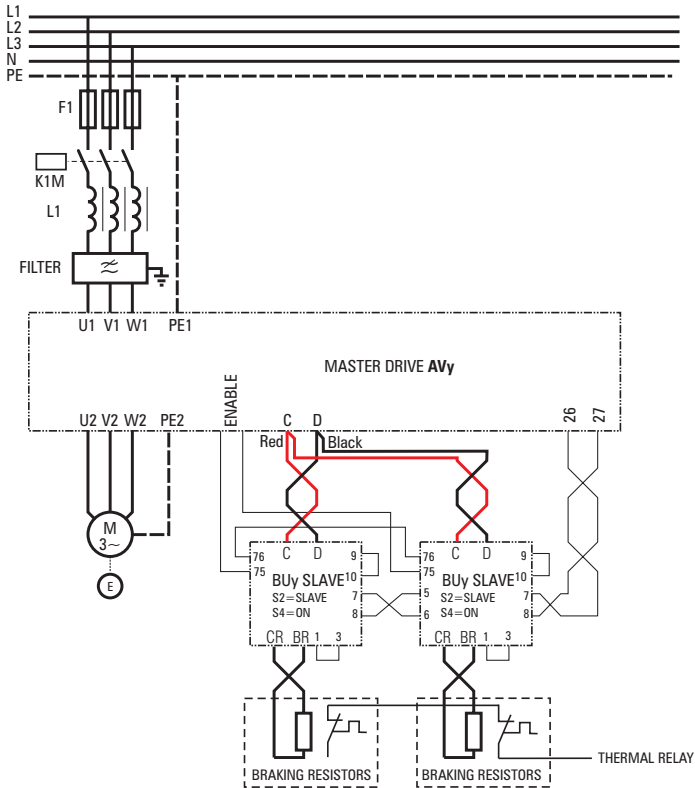
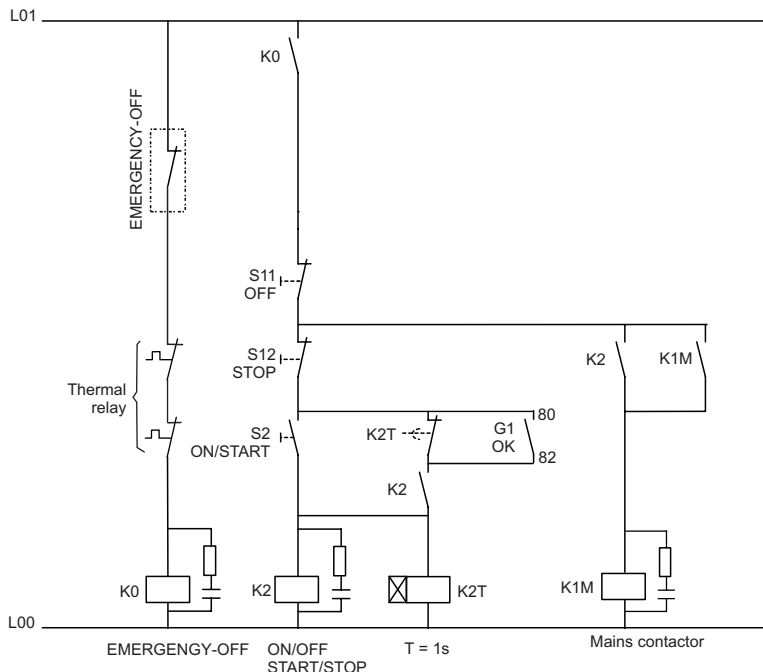


Fig. 3.4.3: Circuits auxiliaires de contrôle



3.5. Intervention alarme

En cas d'intervention d'une alarme interne, l'unité de freinage se désactive immédiatement, le témoin lumineux rouge AL s'allume, et le contact du relais OK s'ouvre (bornes X3-75/ X3-76).

Après avoir éliminé la cause du défaut, il est possible de réinitialiser l'unité de freinage dans l'un des modes suivants :

- par le poussoir S3
- par la commande à distance activée sur la borne X2-1 et X2-4.
- en mettant le variateur hors tension, puis sous tension.

(*) Intervention sonde thermique se trouvant sur le dissipateur ou du circuit de protection du IGBT ou du circuit de l'alimentation.

3.6. Utilisation fonction de décharge du DC Link

A l'aide d'une installation appropriée, l'unité de freinage peut être utilisée pour effectuer la décharge d'un éventuel DC Link avec une valeur capacitive élevée (par exemple dans les systèmes où le DC Link est relié en parallèle). Pour cela placer le switch S4 sur la position ON et croiser les bornes X2-9 e X2-10.

Dans ces conditions l'on obtient la décharge du DC Link jusqu'à une valeur équivalente ou inférieure à 60V cc, en portant une tension extérieure comprise entre 10 et 30V cc aux bornes X2-7 et X2-8 SIN et mettre un cavalier aux bornes X2-9 et X2-10 ou en utilisant la tension interne présente sur les bornes X2-1 et X2-2.

ATTENTION! Afin d'éviter des détériorations à la résistance de freinage, il faut faire très attention à la séquence d'actionnement de cette commande. Ce signal doit être fourni à l'unité de freinage par un contact interbloqué avec les contacteurs qui fournissent l'alimentation aux variateurs.

4. Dimensionnement Unité de Freinage et Résistance Correspondante

Ce qui est indiqué ci-dessous doit être considéré en général. Dans le chapitre 6 on trouve une liste des résistances normalisées à utiliser avec les unités de freinage de la série BUY-... dans les conditions supposées.

En sachant que:

P_{PBR} [W]	Puissance de crête pendant le freinage
P_{NBR} [W]	Puissance nominale de la résistance
E_{BR} [J]	Energie de freinage
V_{BR} [V]	Tension de freinage
I_{PBR} [A]	Courant de crête de freinage
I_{AVBR} [A]	Courant moyenne de freinage
I_{PBU} [A]	Courant de crête de l'unité de freinage
n_1, n_2 [RPM]	Vitesse initiale et finale
t_{BR}, T [S]	Temps de freinage et de cycle
J_{TOT} [Kg * m ²]	Moment d'inertie totale (se référant à l'axe)

Correspond:

$$P_{PBR} = J_{TOT} * n_1 * \frac{n_1 - n_2}{t_{BR}} * \frac{2\pi}{60}$$

$$E_{BR} = \frac{J_{TOT}}{2} * \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 * (n_1^2 - n_2^2)$$

$$I_{PBR} = \frac{P_{PBR}}{V_{BR}}$$

Valeur ohmique de la résistance:

$$R_{BR} = \leq \frac{V_{BR}}{I_{PBR}}$$

Puissance continue nominale de la résistance:

$$P_{NBR} = \frac{P_{PBR} * t_{BR}}{2T} = \frac{E_{BR}}{T}$$

ATTENTION!

Cette formule calcule une valeur moyenne de puissance qui peut être considérablement différente de la puissance instantanée dans le cas de duty cycles très bas.

Normalement les résistances ne sont pas à même de soutenir une crête de puissance supérieure à 5 ou 10 fois leur valeur nominale. Pour cette raison, si les duty cycles sont inférieurs à 10%, la valeur calculée ici ne peut être utilisée comme puissance nominale de la résistance. En outre, il faut tenir compte de ce qui est indiqué aux chapitres 4.1 et 6.

Contactez le constructeur des résistances pour de plus amples informations quant à la capacité de surcharge.

Puisque normalement $n_2 = 0$ (arrêt), en fait on a que:

$$E_{BR} = \frac{1}{2} P_{PBR} * t_{BR}$$

Caractéristiques unité de freinage:

$$I_{PBU} \geq I_{BR}$$

C'est-à-dire que le courant de crête admis par la BUy... doit être supérieur ou égal au courant effectif. C'est la même chose pour le courant moyen:

$$I_{AVBR} = \frac{E_{PBR}}{t_{BR} * V_{BR}} \quad I_{AVBU} \geq I_{AVBR}$$

4.1 Exemple de dimensionnement @ 460 V

Données:

- Tension de réseau	3 x 460 V
- Variateur	ADV3110
- Puissance nominale du moteur	(P_M) 15 HP
- Vitesse nominale du moteur	(n_n) 3515 tours/min
- Moment d'inertie du moteur	(J_M) 0.033 kgm ²
- Moment d'inertie charge sur l'arbre du moteur	(J_L) 0.95 kgm ²
- Couple de friction du système	(M_S) 10% du couple nominal
- Vitesse initiale de freinage	(n_1) 3000 tours/min
- Vitesse finale de freinage	(n_2) 0 tour/min
- Temps de freinage	(t_{BR}) 10 sec
- Temps de cycle	(T) 120 sec

Moment d'inertie totale:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 0.033 + 0.95 = 0.983 \text{ kgm}^2 \quad \text{et}$$

$$\Delta\omega = [2\pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\pi * 3000 / 60 = 314 \text{ sec}^{-1}$$

Couple nominal du moteur

$$M_M = P_M / \omega_n = (15 * 745.7) / (2\pi * 3515 / 60) = 30.4 \text{ Nm}$$

$$\text{Frictions de machine:} \quad M_S = 0.1 M_M = 3.04 \text{ Nm}$$

L'énergie de freinage est fournie par:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (0.983 / 2) * (0.10472)^2 * 3000^2 = 48509 \text{ Joules ou Wsec}$$

Si l'on veut aussi prendre en considération les frictions du système, l'énergie de freinage qui sera dissipée par l'unité de freinage sera inférieure.

Le couple de freinage demandé est:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 0.983 * 314 / 10 = 30.9 \text{ Nm}$$

Le couple de freinage comprend deux parties: les frictions de machine et le couple qui doit être produit par le freinage électrique du moteur:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 30.9 - 3.04 = 27.86 \text{ Nm}$$

La puissance moyenne du processus de freinage est fournie par:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 27.86 * 314 * 0.5 = 4374 \text{ W}$$

La nouvelle valeur de l'énergie de freinage ainsi obtenue est:

$$\text{Nouvelle } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 4374 * 10 = 43740 \text{ Joules ou Ws}$$

qui est bien entendu plus basse que la précédente.

La crête de la puissance de freinage est fournie par

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\Pi) / (t_{BR} * 60) = 9.7 \text{ kW} \quad \text{donc}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 9700 / 753 = 12,9A \quad \text{et}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 753 / 12,9 = 58,3 \text{ W}$$

Devenant $I_{PBR} = 12,9A$, nous pouvons voir que l'unité **BUy-1020** répond aux demandes.

Choix de la résistance

La valeur ohmique doit être comprise entre le minimum autorisé par la BUy et 58 Ω .

La puissance nominale de la résistance doit être:

$$P_{NBR} = (P_{PBR} / 2) * (t_{BR} / T) = (9700 / 2) * (10 / 120) = 404 \text{ W}$$

Comme on peut le voir, la puissance nominale de la résistance est relativement basse à cause du duty-cycle bas (10 / 120) mais la résistance doit être à même de supporter l'énergie qui lui est appliquée pendant les 10 secondes de freinage. Cette énergie est de 43740 Joules. Dans le tableau des résistances de freinage standard (chapitre 6), il est possible de voir que le type **RFPD 900 DT 68R** a une valeur suffisante de puissance nominale mais une valeur de E_{BR} trop basse (21kWsec / 21000 Joules).

C'est pour cela que le choix final est le type **RFPD 1100 DT 40R** qui a $E_{BR} = 44kWsec / 44000Joules$.

4.2 Exemple de dimensionnement @ 575 V

(Seulement pour AVy / AGy-EV)

Données:

- Tension de réseau		3 x 575 V
- Rendement moteur	(%)	95
- Puissance nominale du moteur	(P_M)	150 HP o 104 kW
- Vitesse nominale du moteur	(n_n)	1785 tours/min
- Moment d'inertie du moteur	(J_M)	3.1 kgm ²
- Moment d'inertie charge sur l'arbre du moteur	(J_L)	35 kgm ²
- Couple de friction du système	(M_S)	10% du couple nominal
- Vitesse initiale de freinage	(n_1)	1700 tours/min
- Vitesse finale de freinage	(n_2)	0 tour/min
- Temps de freinage	(t_{BR})	10 sec
- Temps de cycle	(T)	120 sec

Moment d'inertie totale:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 35 + 3.1 = 38.1 \text{ kgm}^2 \quad \text{et}$$

$$\Delta\omega = [2\Pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\Pi * 1700 / 60 = 178 \text{ sec}^{-1}$$

Couple nominal du moteur

$$M_M = P_M / \omega_n = (104000) / (2\pi * 1785 / 60) = 557 \text{ Nm}$$

$$\text{Frictions de machine: } M_S = 0.1 M_M = 55.7 \text{ Nm}$$

L'énergie de freinage est fournie par:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2P / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (38.1 / 2) * (0.10472)^2 * 1700^2 = 603000 \text{ Joules ou Wsec}$$

Si l'on veut aussi prendre en considération les frictions du système, l'énergie de freinage qui sera dissipée par l'unité de freinage sera inférieure.

Le couple de freinage demandé est:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 38.1 * 178 / 10 = 678 \text{ Nm}$$

Le couple de freinage comprend deux parties: les frictions de machine et le couple qui doit être produit par le freinage électrique du moteur:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 678 - 55.7 = 622 \text{ Nm}$$

La puissance moyenne du processus de freinage est fournie par:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 622 * 178 * 0.5 = 55300 \text{ W}$$

La nouvelle valeur de l'énergie de freinage ainsi obtenue est:

$$\text{Nouvelle } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 55300 * 10 = 553000 \text{ Joules ou Ws}$$

qui est bien entendu plus basse que la précédente.

La crête de la puissance de freinage est fournie par

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\pi) / (t_{BR} * 60) = 120 \text{ kW} \quad \text{donc}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 120 \text{ kW} / 965 = 125 \text{ A} \quad \text{et}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 965 / 125 = 7.7 \Omega$$

On peut voir qu'avec 2 unités **BUy-1075-5** les exigences sont satisfaites.

Choix de la résistance

La puissance nominale de la résistance doit être:

$$P_{NBR} = (P_{PBR} / 2) * (t_{BR} / T) = (60000 / 2) * (10 / 120) = 2500 \text{ W} \quad (2 \text{ rés.} \times 2 \text{ BUy} = 5000 \text{ W})$$

C'est pour cela que le choix final est le type **BR T8K0-7R7** (P_{NBR} nominal = 8000 W, $E_{nominal}$ = 320kWsec) qui a $E_{BR} \geq (553/2)\text{kWsec}$ pour un $t_{br} = 10 \text{ sec}$.

4.3 Exemple de dimensionnement @ 690 V

Données:

- Tension de réseau	3 x 690V
- Rendement moteur	(%) 95.6

- Puissance nominale du moteur	(P_M)	132 kW
- Vitesse nominale du moteur	(n_n)	1486 tours/min
- Moment d'inertie du moteur	(J_M)	2.3 kgm ²
- Moment d'inertie charge sur l'arbre du moteur	(J_L)	35 kgm ²
- Couple de friction du système	(M_S)	10% du couple nominal
- Vitesse initiale de freinage	(n_1)	1486 tours/min
- Vitesse finale de freinage	(n_2)	0 tour/min
- Temps de freinage	(t_{BR})	10 sec
- Temps de cycle	(T)	120 sec

Moment d'inertie totale:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 35 + 2,3 = 37,3 \text{ kgm}^2 \quad \text{et}$$

$$\Delta\omega = [2\Pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\Pi * 1486 / 60 = 155 \text{ sec}^{-1}$$

Couple nominal du moteur

$$M_M = P_M / \omega_n = (123000) / (2\Pi * 1486 / 60) = 795 \text{ Nm}$$

$$\text{Frictions de machine:} \quad M_S = 0.1 M_M = 79,5 \text{ Nm}$$

L'énergie de freinage est fournie par:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\Pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (37,3 / 2) * (0.10472)^2 * 1486^2 = 451620 \text{ Joules ou Wsec}$$

Si l'on veut aussi prendre en considération les frictions du système, l'énergie de freinage qui sera dissipée par l'unité de freinage sera inférieure.

Le couple de freinage demandé est:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 37,3 * 155 / 10 = 580 \text{ Nm}$$

Le couple de freinage comprend deux parties: les frictions de machine et le couple qui doit être produit par le freinage électrique du moteur:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 580 - 79,5 = 500 \text{ Nm}$$

La puissance moyenne du processus de freinage est fournie par:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 500 * 1558 * 0.5 = 39000 \text{ W}$$

La nouvelle valeur de l'énergie de freinage ainsi obtenue est:

$$\text{Nouvelle } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 39000 * 10 = 390000 \text{ Joules ou Wsec}$$

qui est bien entendu plus basse que la précédente.

La crête de la puissance de freinage est fournie par

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\Pi) / (t_{BR} * 60) = 90 \text{ kW} \quad \text{donc}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 90 \text{ kW} / 1150 = 125 \text{ A} \quad \text{et}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 1150 / 125 = 9,2 \Omega$$

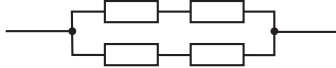
On peut voir qu'avec 1 unité **BUy-1065-6** les exigences sont satisfaites.

Choix de la résistance

La puissance nominale de la résistance doit être:

$$P_{NBR} = ((P_{PBR}) * t_{BR}) / 2T = (90kW * 10) / 240 = 3750 W$$

C'est la raison pour laquelle le choix final se porte sur le type BRT 8K0-9R2 (E nominal = 220 kWsec). Câbler 2 résistances en série et 2 en parallèle afin d'absorber l'énergie à hauteur de 390 kWsec :



4.4. Dimensionnement simplifié de la résistance

Si toutes les informations indiquées ci-dessus ne sont pas disponibles, il est possible d'effectuer un calcul de la résistance de freinage très simplifié, même si plus approximatif.

Cette solution peut amener à un surdimensionnement de la résistance à utiliser.

Pour le calcul des différentes valeurs de résistance il est possible d'utiliser les formules suivantes:

$$R_{BR} [\Omega] = \frac{V_{BR} [V]}{I_{PBR} [I]}$$

Si l'on veut calculer la valeur de la résistance pour un variateur :

- courant de crête pour le freinage = 100A (125A), cf. tableau du chapitre 3
- alimentation 400Vca (575Vca), cf. tableau du chapitre 3.3
- braking threshold = 680 Vca (965Vca), cf. tableau du chapitre 3.3

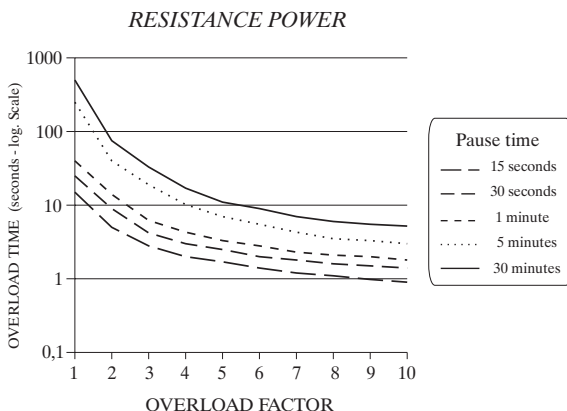
on a :

$$R_{BR} = \frac{680}{100} = 6.8 \Omega$$

Cependant, cette formule n'indique que la valeur ohmique. Pour ce qui concerne la puissance de la résistance ce sont les considérations suivantes qui sont valables:

La résistance de freinage est utilisée normalement avec un cycle intermittent; on pourra donc utiliser une résistance à même de dissiper une puissance continue inférieure à celle fournie par le produit $R_{BR} * I_{PBR}^2$.

Pour décider le facteur de surcharge on peut utiliser le diagramme suivant, (des diagrammes identiques peuvent être fournis par le constructeur de la résistance que l'on veut utiliser).



Pour calculer la valeur de la puissance continue (ou nominale) de la résistance de freinage en utilisant ce graphique, on pourra appliquer la formule suivante:

$$\text{Continuative power } R_{BR} = \frac{\text{Regenerated power}}{\text{Overload factor}}$$

Si l'on considère qu'il faut freiner un moteur de 30 kW avec une surcharge de 150% on a une puissance régénérée maximale de 45 kW .

En supposant, par exemple, un temps de freinage de 5 secondes (temps de surcharge pour la résistance) et 1 minute de pause, le graphique fournit un facteur de surcharge de 3,9, par conséquent la puissance nominale de la résistance sera:

$$\frac{45 \text{ kW}}{3.9} = 11.5 \text{ kW}$$

REMARQUE: Il est particulièrement conseillé d'utiliser les résistances normalisées indiquées ci-après dans le chapitre 6.

4.5 Dimensionnement simplifié des résistances en fonction du temps d'arrêt

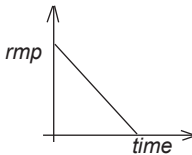
- 1) Add Motor Inertia + Gearbox Inertia + Reflected Machine Inertia = Total System inertia [ft lb²]

$$\text{Reflected Machine Inertia} = \frac{\text{Machine Inertia}}{(\text{Gear Ratio})^2}$$

- 2) Calculer l'énergie du système à la vitesse maximale.

$$\frac{[\text{Total System Inertia}] [\text{Top rpm}^2]}{4300000} = \text{System Energy [kW} \cdot \text{sec]}$$

- 3) Calculer la puissance moyenne [kW] nécessaire pour absorber l'énergie d'arrêt, en laissant les frictions et les rendements.



$$\frac{(\text{System Energy}) \text{ kW} \cdot \text{sec}}{(\text{Stop time}) \text{ sec}} = \text{Average Stopping Power [kW]}$$

- 4) Calculer la résistance électrique nécessaire à la dissipation de la puissance moyenne d'arrêt [kW].

$$\frac{(\text{DC Bus Volts})^2}{(\text{Ave Stopping kW} * 1000 * 2)} = \Omega$$

Pour ADV comme master, à 460 VCA, volt du DC bus = 780.

C'est la valeur ohmique maximale utilisable pour bloquer le variateur dans le temps limite. Il est aussi possible d'utiliser des valeurs ohmiques inférieures.

- 5) Calculer la résistance électrique nécessaire au moteur pour atteindre la limite de courant à tout moment pendant la procédure d'arrêt.

$$\text{Motor HP} * .746 = \text{Motor kW}$$

$$\text{Current Limit kW} = \text{Motor kW} * 1.5 \text{ (150\% overload)}$$

- 6) Sélectionner la valeur de la résistance dans la gamme indiquée parmi les réponses

$$\frac{(\text{DC Bus Volts})^2}{\text{Current Limit kW} * 1000} = \Omega$$

données aux points 4) et 5). Une sélection qui s'approche le plus possible de la valeur indiquée au point 5) pourrait amener la résistance à assumer des valeurs de puissance supérieures pour pouvoir supporter:

$$\text{Instantaneous Current} = \frac{\text{DC Bus Volts}}{\text{Current Limit Ohms}}$$

une sélection qui s'approche le plus possible de la valeur indiquée au point 4) ne permet pas d'autres adaptations du champ des temps d'arrêt plus rapides.

- 7) Utiliser la valeur de la résistance finale, indiquée au point 6), pour vérifier le courant de crête de la résistance et le courant de crête BU demandée.

$$\frac{\text{DC Link Volts}}{\text{DB Resistance Ohms}} = \text{Peak Current [Amps]}$$

Cela détermine le nombre d'unités de freinage demandées et le type de BU en fonction des valeurs de crête en courant.

- 8) Pour des arrêts occasionnels, par exemple une fois toutes les 10 minutes ou pour un arrêt suivi d'une période de refroidissement à température ambiante, la résistance peut être sélectionnée en fonction à la grandeur pour de courtes périodes de temps, par exemple une puissance d'arrêt moyenne de 15 ou 30 secondes si la grandeur de la résistance est calculée en kW.

ou:

$$\sqrt{\frac{\text{Average Stopping kW}^2}{\text{Resistor Ohm}}} = \text{Short Time Current [Amps]}$$

La grandeur de puissance de la résistance doit répondre, tant à la grandeur instantanée qu'à celle des courtes périodes de temps.

Pour des charges de révision ou pour des cycles d'arrêt plus fréquents, utiliser les calculs détaillés indiqués précédemment.

5. Valeur Minimum des Résistances Utilisables

Modèle	Tension du réseau et valeur minimum de la résistance								
	230V	380V	400V	415V	440V	460V	480V	575V	690V
BUy-1020	10 Ω	16 Ω	17 Ω	17 Ω	18.6 Ω	18.6 Ω	19.37 Ω	-	-
BUy-1050	4 Ω	6.4 Ω	6.8 Ω	6.8 Ω	7.5 Ω	7.5 Ω	7.7 Ω	-	-
BUy-1065-6	-	-	-	-	-	-	-	-	9.2 Ω
BUy-1075-5	-	-	-	-	-	-	-	7.7 Ω	-
BUy-1085	2.4 Ω	3.7 Ω	4 Ω	4 Ω	4.4 Ω	4.4 Ω	4.55 Ω	-	-

tbu0060f

La valeur ohmique indiquée dans le tableau représente la valeur minimum absolue de la résistance pouvant être raccordée aux différentes unités de freinage en face du seuil de freinage programmé. Dans la réalité cette valeur pourrait ne pas être disponible, il faudra donc utiliser la valeur ohmique supérieure suivante.

L'indication permet de mieux utiliser les résistances de freinage lorsqu'on utilise plusieurs résistances en parallèle, dans le cas où ce serait réalisable avec la valeur ohmique indiquée dans le tableau.

ATTENTION! Les unités sont protégées contre le court-circuit direct entre les bornes CR, BR.

6. Résistances de Freinage Standard

Pour simplifier le choix de la résistance de freinage à utiliser, vous trouverez ci-après les valeurs des résistances normalisées, calculées selon un critère d'utilisation d'application typique.

P_{OVL} **Puissance de surcharge que le variateur peut reproduire, équivalente à la puissance nominale par le facteur 1,36 (surcharge du variateur = $I_{cont} \times 1,36$). Série ADV200 surcharge usage intensif = 150%**

P_{AVBR} **Puissance moyenne pouvant être dissipée par la résistance en fonction d'un duty cycle typique équivalent à 6,5%**

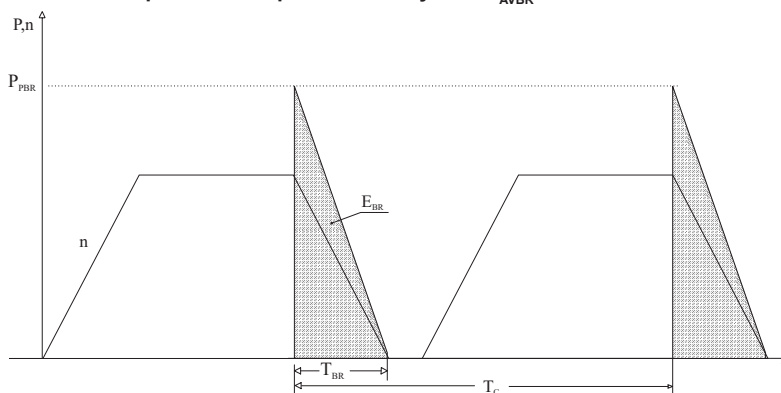
Duty cycle $_{max}$ cf. chapitre 3.

E_{BR} **Energie maximum instantanée pouvant être dissipée par la résistance**

t_{OVLBR} **Temps maximum de freinage continu en conditions de surcharge (P_{OVL})**

t_{BR} **Temps maximum de freinage continu en conditions de charge nominale**

t_{BR} **Puissance continue nominale de la résistance, qui doit être égale ou supérieure à la puissance moyenne P_{AVBR}**



La valeur ohmique des résistances normalisées a été calculée afin de garantir le courant de freinage en fonction de l'utilisation limite de la BUy, c'est-à-dire 480Vca (575Vac) d'alimentation variateur, seuil de freinage 775Vcc (965Vcc).

- **BUy-1020, 1050, 1085:** 480Vca pour l'alimentation du variateur, seuil de freinage: 775Vcc
- **BUy-1065-6:** 690Vac pour l'alimentation du variateur, seuil de freinage: 1150Vdc
- **BUy-1075-5:** 575Vac pour l'alimentation du variateur, seuil de freinage: 965Vdc

AVy - AGy-EV 230...480Vac	BUy- ...	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLBR [sec]	tbr [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
1007 ... 1015	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 220 T 100R	100 Ω
1022 ... 1030	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 300 DT 100R	100 Ω
2040	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RFPD 750 DT 100R	100 Ω
2055	1020	6.8	0.7	14	5	7	0.8	RFPD 750 DT 68R	68 Ω
2075	1020	9.5	1	21	4.5	6	1	RFPD 900 DT 68R	68 Ω
3110	1020	15	1.5	44	3.5	5	1.3	RFPD 1100 DT 40R	31 Ω
3150	1020	20	2	80	8	11	1.9	RFPD 1900 D 28R	28 Ω
4185 ... 4220	1050	30	3	120	6	8	4	BR T4K0-15R4	15.4 Ω
4300	1050	40	4	70	4	5.5	4	BR T4K0-11R6	11.6 Ω
4370	1050	50	5	180	7.5	10	8	2 x BR T4K0-23R	23 Ω
5450	1050	60	6	220	6	8	8	BR T8K0-7R7	7.7 Ω
5550	1085	78	5	120	1.5	11	8	BR T8K0-6R2	6.2 Ω
6750	1085	107	7	2 x 120	2.2	17	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
7900	2 x 1050	128	9	2 x 120	1.9	14	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
71100	2 x 1085	157	10	2 x 120	1.5	11	2 x 8	2 x BR T8K0-6R2	6.2 Ω
71320	2 x 1085	188	13	2 x 360	1.9	14	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
81600	2 x 1085	180 * (218)	18	2 x 350	6	8	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
92500 ... 93150	3 x 1085	272 * (340)	27.2	3 x 350	6	8	3 x 12	3 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
104000 ... 106300	4 x 1085	400 * (500)	40	4 x 350	6	8	4 x 12	4 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω

AVy 575Vac	BUy-1075-5 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLBR [sec]	tbr [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
2002 ... 3020	(**)								
4025 ... 5075	(***)								
6100	1	105	10.5	1 x 320	6.1	4.6	1x8	1 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
7125	2	130	13	2 x 320	4.9	7.4	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
7150	2	156	15.6	2 x 320	4.1	6.1	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
8200	2	208	20.8	2 x 320	3.1	4.6	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω

AVy 690Vac	BUy-1065-6 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLBR [sec]	tbr [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
6750	1	107	7	1 x 120	1.1	8	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
7900	1	128	9	1 x 120	0.9	7	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
71100	2	157	10	2 x 240	1.5	11	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
71320	2	188	13	2 x 240	1.3	10	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
92500	3	356	24	3 x 360	1	8	3x8	3xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
93150	4	449	30	4 x 480	1.1	8	4x8	4xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
105000	6	713	48	5 x 720	1	8	6x8	6xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
106300	8	898	60	8 x 960	1.1	8	8x8	8xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
108000	10	1141	76	10 x 120	1.1	8	10x8	10xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
111200	15	1711	114	15 x 180	1.1	8	15x8	15xBR T8K0-9R2	9.2 Ω

REMARQUE:

Les puissances indiquées avec " ** " sont d'une valeur légèrement inférieure à celles calculées pour PovL (valeurs entre parenthèse), afin d'éviter l'introduction d'autres valeurs de résistances.

En outre, il faut tenir compte du fait qu'avec des puissances élevées à tel niveau, les performances dynamiques sont généralement moindres ou il pourrait même être nécessaire d'utiliser une unité d'alimentation régénératrice.

(**) Unité de freinage interne.

(***) Unité de freinage interne optionnelle.

ADV100 400...480Vac	ADV200-4 400...480Vac	BUy- ...	PovL [kW]	PAVBR [kW]	E _{BR} [kWsec]	toVLBR [sec]	t _{BR} [sec]	P _{NBR} [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
-	1007 ... 1015	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 220 T 100R	100 Ω
-	1022 ... 1030	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 300 DT 100R	100 Ω
1040	1040	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RFPD 750 DT 100R	100 Ω
1055	2055	1020	6.8	0.7	14	5	7	0.8	RFPD 750 DT 68R	68 Ω
2075	2075	1020	9.5	1	21	4.5	6	1	RFPD 900 DT 68R	68 Ω
2110	2110	1020	15	1.5	44	3.5	5	1.3	RFPD 1100 DT 40R	31 Ω
3150	3150	1020	20	2	80	8	11	1.9	RFPD 1900 D 28R	28 Ω
3185 ... 3220	3185 ... 3220	1050	30	3	120	6	8	4	BR T4K0-15R4	15.4 Ω
4300	4300	1050	40	4	70	4	5.5	4	BR T4K0-11R6	11.6 Ω
4370	4370	1050	50	5	180	7.5	10	8	2 x BR T4K0-23R	23 Ω
4450	4450	1050	60	6	220	6	8	8	BR T8K0-7R7	7.7 Ω
5550	5550	1085	78	5	120	1.5	11	8	BR T8K0-6R2	6.2 Ω
5750	5750	1085	107	7	2 x 120	2.2	17	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
5900	5900	2 x 1050	128	9	2 x 120	1.9	14	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
-	61110	2 x 1085	157	10	2 x 120	1.5	11	2 x 8	2 x BR T8K0-6R2	6.2 Ω
-	61320	2 x 1085	188	13	2 x 360	1.9	14	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	71600-72000	2 x 1085	180	18	2 x 350	6	8	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	72500...73550	3 x 1085	272	27.2	3 x 350	6	8	3 x 12	3 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	400 - 500 kW	4 x 1085	400	40	4 x 350	6	8	4 x 12	4 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	630 - 710 kW	6 x 1085	560	56	6 x 350	6	8	6 x 12	6 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	900 kW	8 x 1085	730	73	8 x 350	6	8	8 x 12	8 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	1000 kW	9 x 1085	810	81	9 x 350	6	8	9 x 12	9 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω

ADV200-6 690Vac	BUy-1065-6 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	E _{BR} [kWsec]	toVLBR [sec]	t _{BR} [sec]	P _{NBR} [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
5750	1	107	7	1 x 120	1.1	8	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
6900	1	128	9	1 x 120	0.9	7	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
61100	2	157	10	2 x 120	1.5	11	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
61320 - 71600	2	188	13	2 x 120	1.3	10	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
72000 - 72500	3	356	24	3 x 120	1	8	3x8	3xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
73150 - 73550	4	449	30	4 x 120	1.1	8	4x8	4xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
400 - 500 kW	6	713	48	5 x 120	1	8	6x8	6xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
630 - 710 kW	8	898	60	8 x 120	1.1	8	8x8	8xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
900 kW	10	1141	76	10 x 120	1.1	8	10x8	10xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
1000 kW	15	1711	114	15 x 120	1.1	8	15x8	15xBR T8K0-9R2	9.2 Ω

Toute autre résistance utilisée, différente de celles indiquées dans le tableau précédent, devra être dimensionnée pour supporter la puissance P_{OVL} pendant un temps équivalent à 1/10 de celui d'un cycle supposé, où une période à puissance zéro suit la surcharge pendant les 9/10 du temps total. $P_{OVL} \times 0.1 T = P_{AVBR} \times T$

La durée maximale du temps de freinage (et donc la durée totale du cycle) sera déterminée par la valeur maximale de l'impulsion d'énergie E_{BR} admise pour la résistance pendant la phase de freinage selon la relation suivante:

$$t_{OVLBR} \text{ and } t_{BR} = 0.1 T = E_{BR} / P_{OVL}$$

Comme la température de service de la résistance ne peut être évaluée, cette dernière devra être équipée d'un contact thermique normalement fermé (Klixon) voir point 3.4.2.

Les résistances normalisées qui sont décrites, sont déjà équipées de ce dispositif.

Sumario

Español.....	131
1. Generalidades.....	132
1.1. Estándares.....	132
2. Características Principales.....	133
3. Datos Técnicos.....	134
3.1. Dimensiones y pesos.....	134
3.2. Absorción, fusibles, LED, bornes e interruptores.....	138
3.2.1. Absorción.....	138
3.2.2. Fusibles externos.....	138
3.2.3. Fusibles internos.....	138
3.2.4. LED de señalización.....	138
3.2.5. Placas de bornes, cables de potencia.....	139
3.2.6. Descripción interruptores.....	140
3.3. Selección inversor y umbrales de intervención.....	142
3.4. Conexión unidad en paralelo.....	143
3.5. Intervención alarma.....	146
3.6. Utilización de la función de descarga Link CC.....	147
4. Medición Unidad de Frenado y Resistencia Relativa.....	148
4.1 Ejemplo de medición @ 460 V.....	150
4.2 Ejemplo de medición @ 575 V.....	151
4.3 Ejemplo de medición @ 690 V.....	152
4.4. Medición simplificada de la resistencia.....	155
4.5 Medición simplificada de los resistores según el tiempo de paro.....	157
5. Valor Mínimo de las Resistencias Utilizables.....	159
6. Resistencias de Frenado Estándar.....	160
7. Schemi a Blocchi -Block Diagrams -Blockschema -Schema a Blocs -Esquema Funcional.....	163

1. Generalidades

La unidad de frenado BUy-... está constituida básicamente por un interruptor estático (IGBT) controlado por un circuito capaz de detectar el aumento de tensión del circuito intermedio del inverter (Link CC) determinado por la recuperación de la energía generada por el motor (y carga correspondiente) conectado al inverter durante las fases de deceleración.

Al superarse un umbral de tensión preseleccionado (seleccionable mediante switches, excepto los modelos BUy-1075-5 y BUy-1065-6) se ejecuta el cierre del interruptor estático, con lo que se conecta en paralelo al Link CC una resistencia para disipar la energía generada. De este modo se pueden conseguir deceleraciones más rápidas y la intervención de la protección contra exceso de voltaje del inverter, provocada por un repentino aumento de la tensión del Link CC.

Mediante una conexión en paralelo de las unidades a través de los bornes C y D, y una conexión en cascada del comando de frenado (función Master/Slave) es posible obtener una configuración máxima de varias unidades de frenado en paralelo que intervienen simultáneamente.

Se ha implementado un circuito de protección para proteger el IGBT de eventuales cortocircuitos de las conexiones a la resistencia de frenado o del mismo.

Además incluye:

- Protección térmica del disipador.
- control de las tensiones de la corriente eléctrica.

La señal memorizada se podrá restablecer una vez eliminada la condición de alarma por medio del botón que hay en la propia unidad o a través de un control remoto habilitado.

Posibilidad de descarga rápida del circuito intermedio del inverter por medio de un mando oportuno.

Tal mando deberá estar interconectado directamente con los contadores que suministran la energía a los inversers.

1.1. Estándares

Condiciones climáticas:	IEC 68-2 Parte 2 y 3
Aislamiento y dispersión:	EN 50178, UL508C (*), UL840 grado 2 (*)
Vibración:	IEC68-2 Parte 6
Aprobaciones:	CE; UL, cUL (*)
Grado de protección:	IP20

(*) excepto el modelo BUy-1065-6.

2. Características Principales

- Protección IP20
- Temperatura nominal máxima de funcionamiento 40° C ambiente (máx. 50° C con disminución del 20%)
- Máximo ciclo de servicio admitido 50% (57% para el modelo BUy-1075-5, 52% para el modelo BUy-1065-6)
- Alimentación del circuito obtenida del Link CC
- Posibilidad de conexión hasta a 4 unidades en paralelo controladas desde una unidad "MASTER"
- Umbral de intervención seleccionable a través de interruptores (excluido modelos BUy-1065-6 y BUy-1075-5)
- Señalización de presencia de alimentación +24V (diodo LED verde)
- Señalización de unidad activa BR (diodo LED amarillo)
- Señalización de condición de alarma AL (diodo LED rojo)
- Señalización de condición de OK (diodo LED verde)
- Contacto de un relé de OK disponible para inserción en las secuencias de alarma
- Posibilidad de conexión protección externa
- Posibilidad de descarga rápida del Link CC.

3. Datos Técnicos

Modelo	Potencia disipada máx @ Ciclo de servicio	Corriente de pico	Corriente		Ciclo de servicio* (max)
	(W)		(A)	media (A)	
BUy-1020	50	40	20	28	50%
BUy-1050	180	100	50	70	50%
BUy-1065-6	255	125	65	90	52%
BUy-1085	280	170	85	120	50%
BUy-1075-5	230	125	72	95	57%

tbu0005e

$$*Duty\ cycle = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}}$$

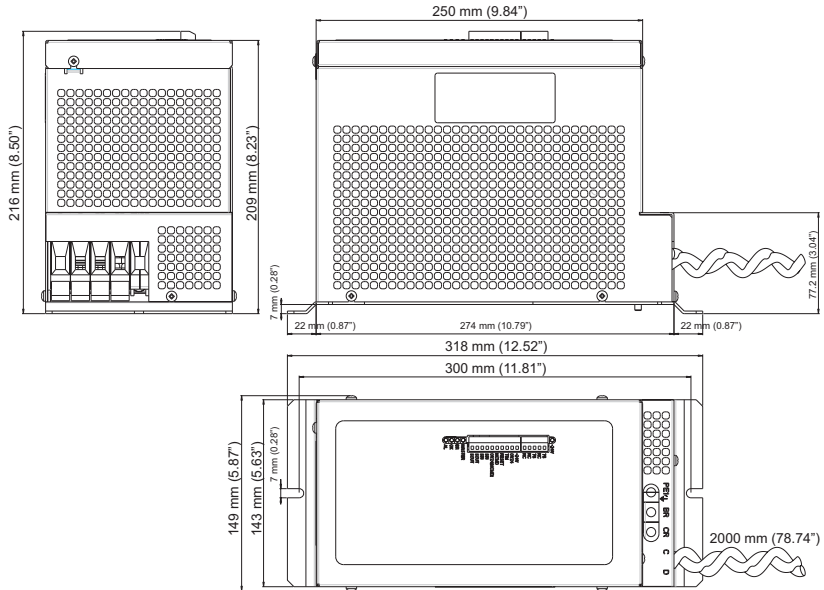
Depende de la talla del drive y de la BU.

ATENCIÓN!

El circuito electrónico de la unidad de frenado está directamente conectado al potencial negativo del Link CC cuyo valor de tensión puede alcanzar los 850Vcc para el modelo BUy-1075-5, 1150Vdc para el modelo BUy-1065-6).

Si no se retira la cubierta del aparato no se puede acceder a las partes en tensión (IP 20).

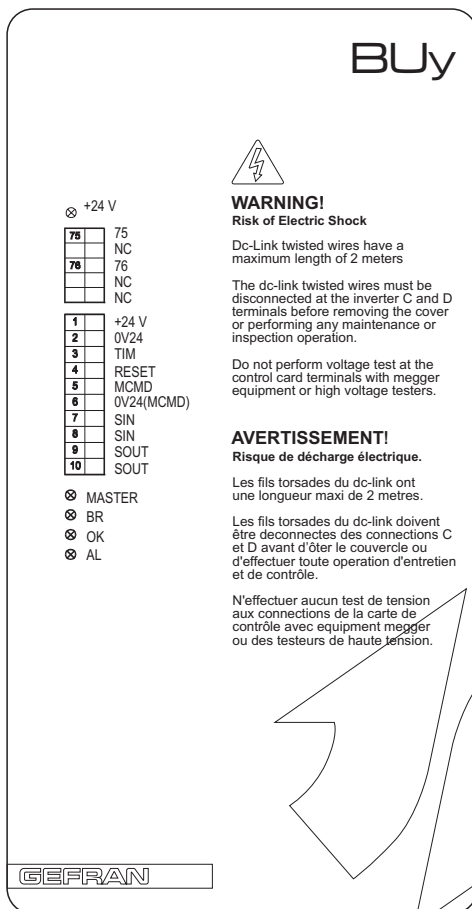
3.1. Dimensiones y pesos



Model	(lbs) kg	Model	(lbs) kg	Model	(lbs) kg
BUy-1020	(12.1) 5.5	BUy-1065-6	(16.7) 7.6	BUy-1085	(16.7) 7.6
BUy-1050	(13.2) 6	BUy-1075-5	(16.7) 7.6		

tbu0010a

Figura 3.1.1: Placas de bornes



PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

¡PRECAUCIÓN! No desconecte los cables del Enlace de CC de la entrada de la unidad de freno dinámico en la unidad.

Estos cables deben desconectarse en los terminales del convertidor del motor de CA y también debe retirarse a la cubierta D.B.U., únicamente después de desconectar ambos dispositivos y esperar 5 minutos.

Figura 3.1.2: Distancias de fijación

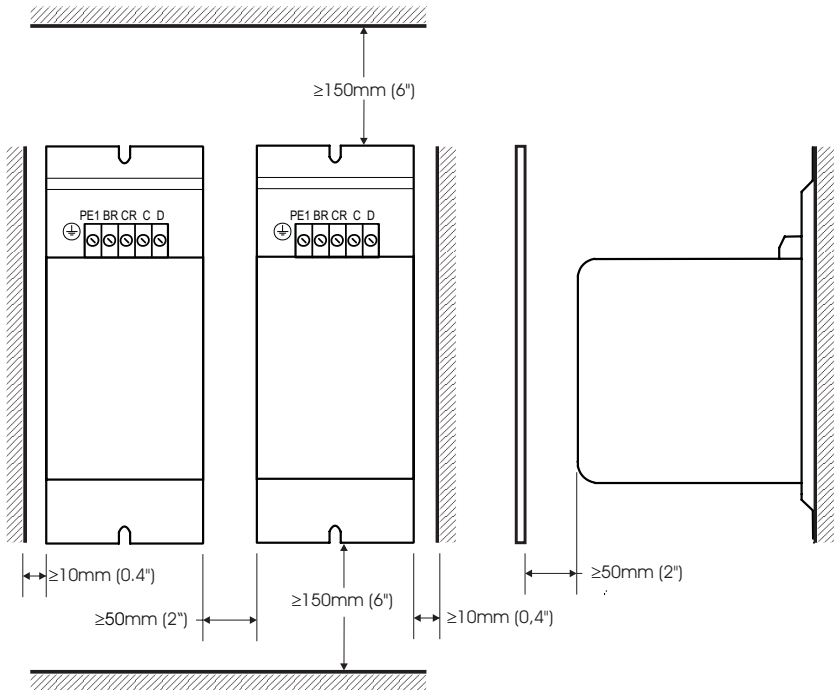
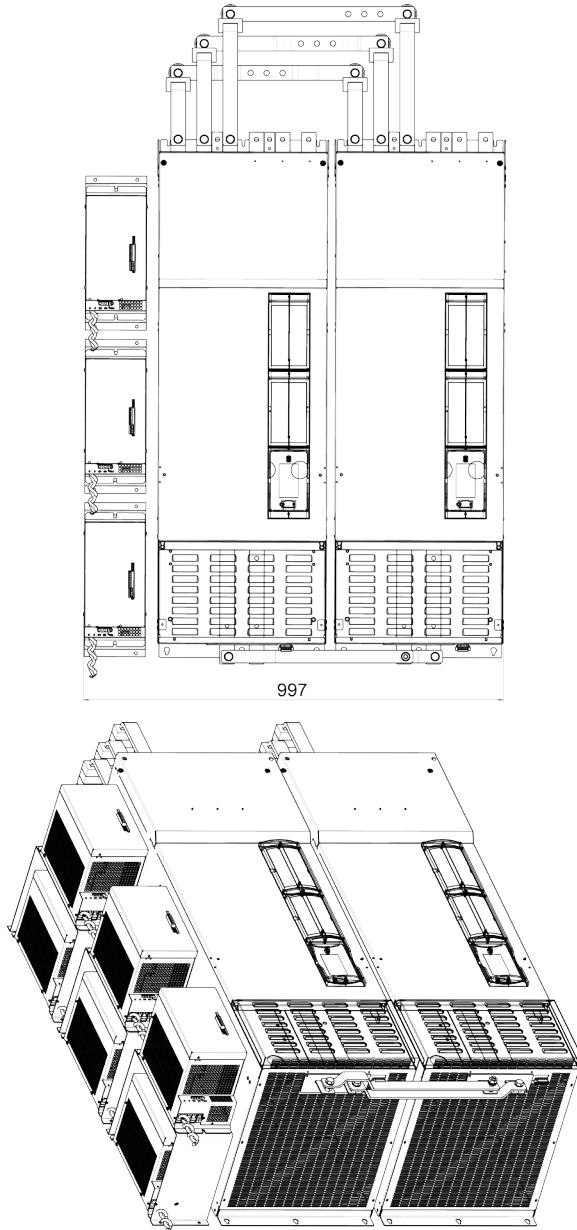


Figura 3.1.3: Ejemplo de montaje n.6 BUy en ADV200 630/710 kW



3.2. Absorción, fusibles, LED, bornes e interruptores

3.2.1. Absorción

La alimentación de la unidad de frenado se obtiene directamente del Link CC y el consumo máximo es de 15W.

3.2.2. Fusibles externos

La alimentación del inverter a la que está conectada BUy debe ir protegida mediante los fusibles externos F1 (véase fig. 3.4.1, y 3.4.2). Los fusibles recomendados están indicados en los respectivos manuales del inverter.

¡NOTA! No hacen falta fusibles entre el drive y la unidad de frenado.

3.2.3. Fusibles internos

Denominación	Protección para	Fusible
F2	Alimentación de +24V (terminales 1 y 2) Comando de salida Master (terminales 5 y 6)	0,3 A Autoreinicialiable

tbu0015e

¡NOTA! - El fusible F2 se autorestablece una vez eliminada la causa.
Fabricante de fusible: RAYCHEM tipo: SMD030

3.2.4. LED de señalización

Denominación	Color	Función
24 V	verde	Indica la presencia de la fuente de alimentación
MASTER	amarillo	La unidad de frenado está ajustada como master
BR	amarillo	La unidad de frenado está activada (freno)
OK	verde	Estado del relé OK (cerrado = OK)
AL	rojo	Muestra la condición de la alarma

tbu0020e

3.2.5. Placas de bornes, cables de potencia

Las dos placas de bornes extraíbles del tablero de regulación están constituidas por los siguientes bornes:

Terminales	Nombre	Función	I/O	Volt. max.	Corr. max.
X2-1	+24V	Alimentación para las entradas (TIM, RESET)	O	24V	200mA
X2-2	0V 24V	Potencial de referencia de la alimentación +24V		–	–
X2-3	TIM	Conexión alarma exterior	I	15...30V	3.2...6.4 mA
X2-4	RESET	Reinicio remoto de la condición de alarma	I	15...30V	3.2...6.4 mA
X2-5	MCMD	Comando de arranque frenado Slave	O	24V ± 5%	30 mA
X2-6	0V 24V	Potencial de referencia señal de comando arranque unidad Slave		–	–
X2-7	SIN	Comando arranque unidad Slave	I	8...30V	16 mA
X2-8	SIN	Comando arranque unidad Slave	I	8...30V	16 mA
X2-9	SOUT	Conexión en cascada unidad Slave	O	8...30V	16 mA
X2-10	SOUT	Conexión en cascada unidad Slave	O	8...30V	16 mA
X3-75	OK	Contacto desprovisto de potencial del relé de OK (cerrado = OK)	O	250Vca	1A
X3-76	OK	Contacto desprovisto de potencial del relé de OK (cerrado = OK)	O	250Vca	1A

tbu0025e

La placa de bornes de potencia está constituida por los siguientes bornes:

Terminales	Función	I/O	Volt. max.			Corr. max.
			BU-1020 BU-1050 BU-1085	BU-1065-6	BU-1075-5	
C	Conexión al circuito intermedio del inverter	I	820Vdc	1200Vdc	1000Vdc	I peak
D	Conexión al circuito intermedio del inverter	I	820Vdc	1200Vdc	1000Vdc	I peak
CR	Conexión al reóstato	O	775Vdc	1150Vdc	965Vdc	I peak
BR	Conexión al reóstato	O	775Vdc	1150Vdc	965Vdc	I peak
PE	Conexión de derivación a masa	–	–	–	–	–

tbu0030e

Sección de los cables admitida por los bornes de potencia CR, BR

Modello	Sección del cable máximo permisible		
	flexible [mm]	multi-núcleos [mm]	AWG
BUy-1020	4...16	2,5...25	12...4
BUy-1050	4...16	2,5...25	12...4
BUy-1065-6 ... BUy-1085	0,75...35	0,75...50	18...0

Sección de los cables admitida por los bornes de regulación

Bornes	Sección del cable máximo permisible		
	flexible [mm]	multi-núcleos [mm]	AWG
1 ... 76	0,35 ... 1.5	0,35 ... 1.5	22 ... 16

tbu0040e

Sección de los cables C y D

Modello	Sección del cable máximo permisible		
	flexible [mm]	multi-núcleos [mm]	AWG
BUy-1020	4		12
BUy-1050	10		8
BUy-1065-6 ... BUy-1085	25		4

tbu0045e

El cable debe estar trenzado, con una longitud máxima de 2 metros.

¡NOTA! En cumplimiento de la normativa UL se deberá utilizar cable AWG 4 600V UL62-ST.

3.2.6. Descripción interruptores

Se puede acceder a los interruptores del tablero de regulación detallados en la siguiente tabla al retirar la cubierta frontal de la unidad de frenado.

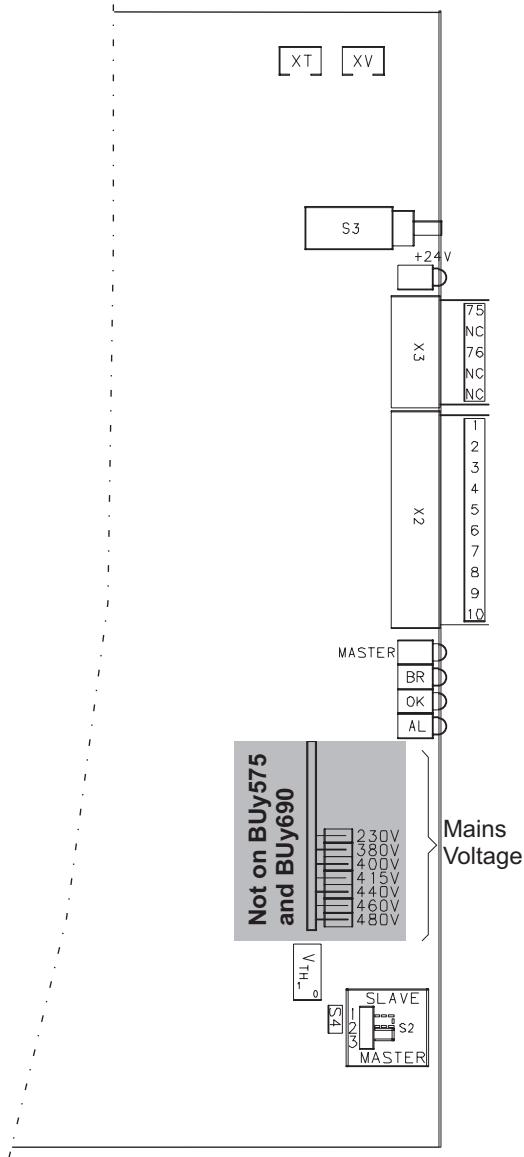
¡NOTA! Los switch para la selección de la tensión de la red no se encuentran en el modelo BUy1065-6 y BUy-1075-5.

Denominación		Función		
		Voltajes de la red	Umbral de frenado	
			Turn ON	Turn OFF
		[Vac]	[Vdc]	[Vdc]
Voltaje de la red	BUy-1020 BUy-1050 BUy-1085	230	402	382
		380	646	626
		400	678	658
		415	702	682
		440	743	723
		460	753	733
	Buy-1065-6 Buy-1075-5	480	775	755
		690	1150	945
		575	965	945
		S2	MASTER = Selección de la función de unidad de frenado como Master SLAVE = Selección de la unidad de frenado como Slave	
S3	Reinicio botón de condición de alarma			
S4	Activar la función para la descarga rápida del enlace CC = ON			

tbu0050e

ATENCIÓN! Antes de abrir la cubierta y modificar las configuraciones, desconectar la alimentación y asegurarse de que el DC link esté descargado.

Figura 3.2.6.1: Posición switches, LED, bornes, sobre la placa BUy-C, BUy575 y BUy690



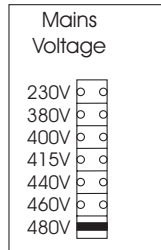
3.3. Selección inversor y umbrales de intervención

Las unidades están configuradas en la modalidad estándar:

- Tensión de alimentación inverter = 480Vac (690Vac para el modelo BUy-1065-6 y 575Vac para el modelo BUy-1075-5)
- Umbral de intervención = 775Vdc (1150Vdc para el modelo BUy-1065-6 y 965Vdc para el modelo BUy-1075-5)

Figura 3.3.1: Selección estándar de los interruptores

iNota! Los modelos BUy1065-6 y BUy-1075-5 no están equipados con el conmutador para la selección de la tensión.



El umbral de intervención de la unidad de frenado deberá ser el adecuado sobre la base del valor de la tensión de alimentación del inverter al que está conectada.

iNota! Es posible seleccionar un solo umbral de intervención.

Voltaje de la red (Vac)	Umbral de frenado V_{BR} (Vdc)
230	400
380	640 *
400	680
415	702
440	745
460	753
480	775

tbu055e

* El umbral a 640V sirve únicamente para mantener la compatibilidad con los inversores de la serie AM31.

Para utilizar con red 400Vac, seleccionar el umbral de 680Vdc.

3.4. Conexión unidad en paralelo

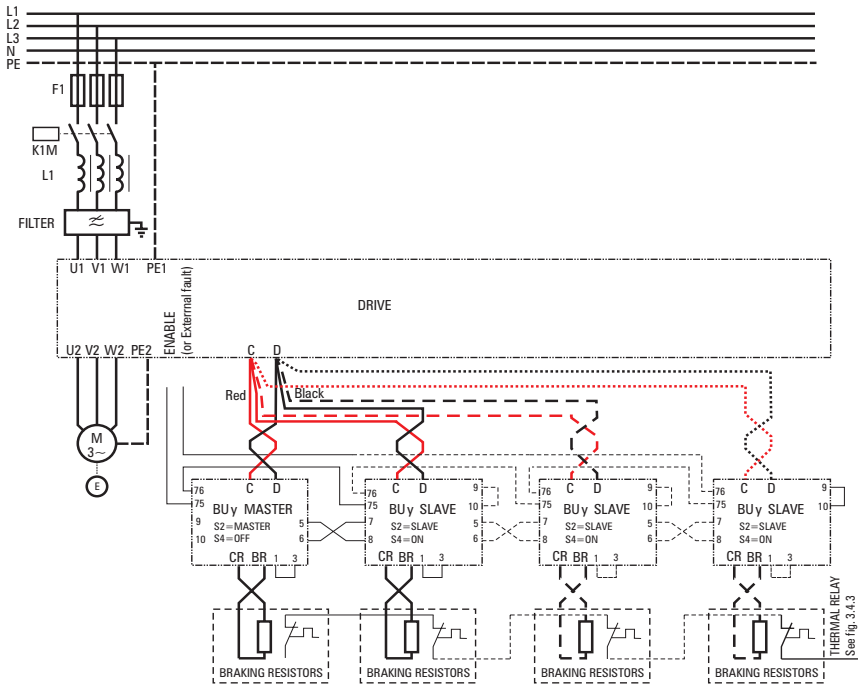
¡NOTA! Cuando las unidades de frenado están montadas unas al lado de otras se debe mantener entre ellas una distancia mínima de 5 centímetros (véase fig. 3.1.2).

¡ATENCIÓN! **¡¡UNA CONEXIÓN EQUIVOCADA DE LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN C y D PUEDE SUPONER LA DESTRUCCIÓN DE LA UNIDAD Y / O DE LOS 'INVERTERS' CONECTADOS A LA MISMA!!**

La unidad de frenado contiene los cables de potencia para la conexión a los bornes **C** (cable de color rojo) y **D** (cable de color negro) del inverter (longitud cables: 2m).

¡ATENCIÓN! Estos cables no deben ser reemplazados. En caso necesario, sólo es posible cortar.

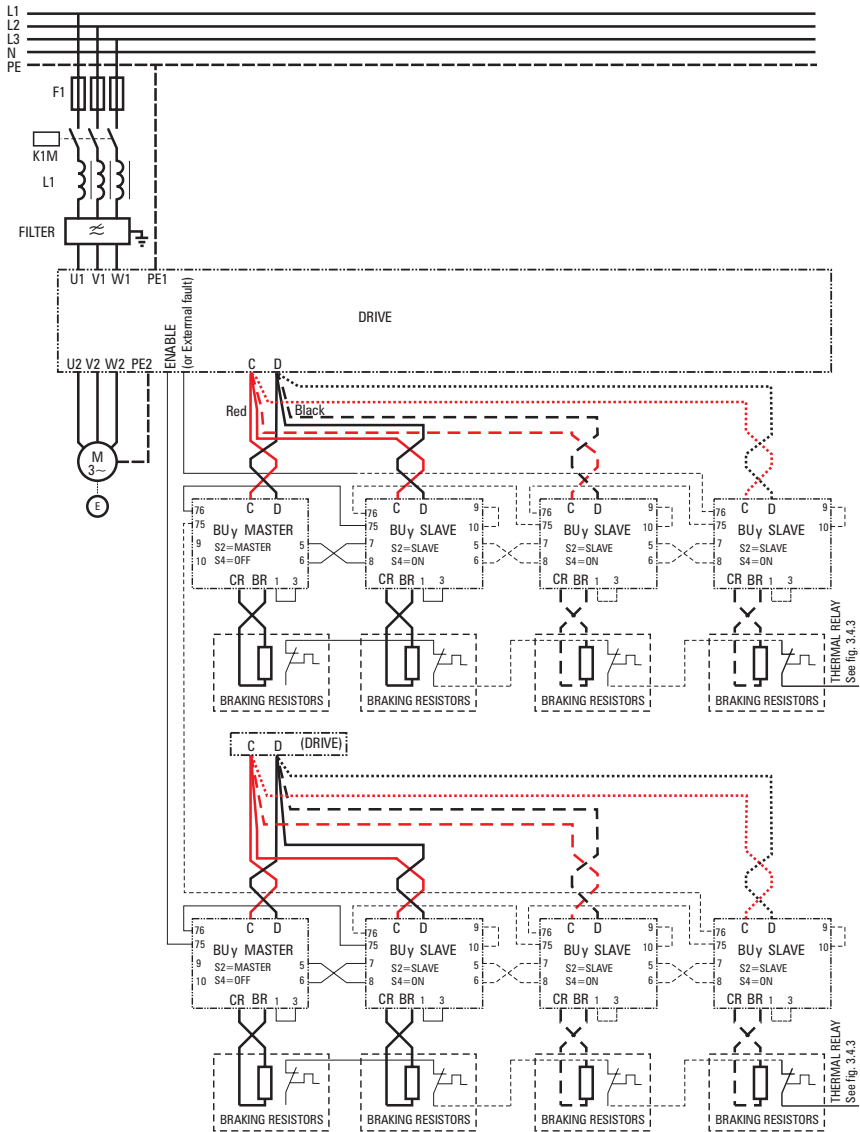
Fig. 3.4.1-A: Ejemplo de conexión de más unidades en paralelo (Master y Slave), con el inverter Gefran



El número de BUy... que se pueden utilizar está limitado sólo por la sección de los cables de cada una de las unidades de frenado en relación con los bornes C y D del inverter.

NOTA: La ultima unidad esclava deberá de tener el puente 9-10 insertado.

Fig. 3.4.1-B: Ejemplo de conexión de varias unidades en paralelo (Master y Slave) para convertidores Grefran con altas potencias de frenado



El número de BUy... que se pueden utilizar está limitado sólo por la sección de los cables de cada una de las unidades de frenado en relación con los bornes C y D del inversor.

En el caso de los inversores de la serie AVy, dotados de mando para unidades de frenado externas, todas las BUy-... deberán ser configuradas como Slave. Los bornes 26 y 27 del inverser se deberán conectar a los bornes 7 y 8 (SIN) de la primera BUy, que a su vez será conectada a la BUy siguiente con los propios bornes 5 y 6. Los bornes 9 y 10 (SOUT) se cortocircuitarán. Consulte el ejemplo siguiente.

Fig. 3.4.2: Ejemplo de conexión de más unidades en paralelo (Slave) con inverser Master AVy

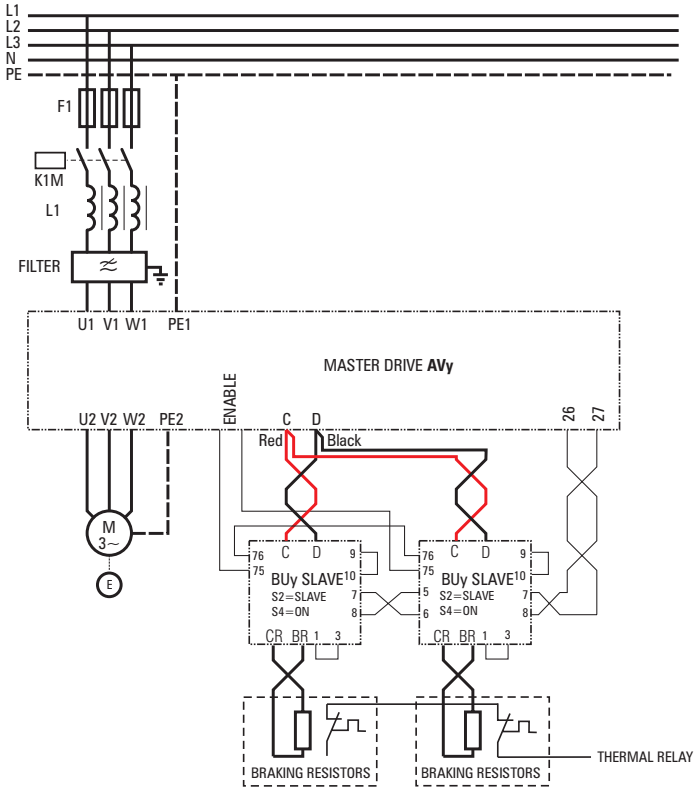
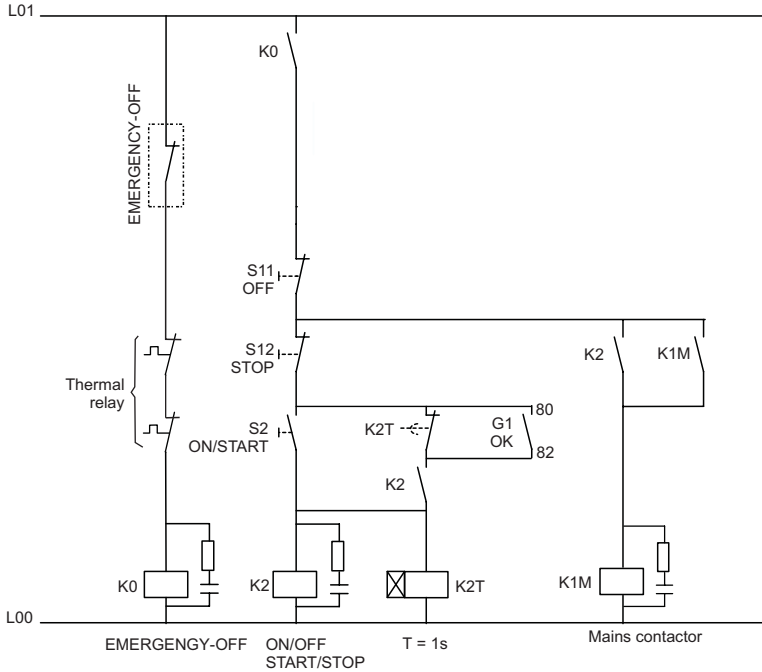


Fig. 3.4.3: Circuitos auxiliares de control



3.5. Intervención alarma

Cuando se verifica la intervención de una alarma interna (*), la unidad de frenado se desactiva inmediatamente, se enciende el LED rojo AL y se abre el contacto del relé OK (bornes X3-75/ X3-76). Una vez eliminada la causa de la alarma, se puede restablecer la unidad de frenado en una de las siguientes modalidades:

- a través del botón S3
- a través del control remoto instalado en el borne X2-1 y X2-4.
- quitando la alimentación y conectándola de nuevo en el inverter.

(*) Operación del contacto térmico presente en el disipador, o del circuito de protección del IGBT o del circuito de alimentación.

3.6. Utilización de la función de descarga Link CC

Mediante una predisposición adecuada, la unidad de frenado se puede utilizar para efectuar la descarga de un eventual Link CC con elevado valor de capacidad (por ejemplo en los sistemas en los que el Link CC está conectado en paralelo). Con el objeto de disponer el interruptor S4 en posición ON y encaballar los bornes X2-9 y X2-10.

En estas condiciones se obtiene la descarga del Link CC hasta un valor igual o inferior a 60Vcc, ocasionando una tensión exterior comprendida entre 10 y 30Vcc en los bornes X2-7 y X2-8 SIN y encaballando los bornes X2-9 y X2-10 o utilizando la tensión interior de los bornes X2-1 y X2-2.

¡ATENCIÓN! Con el fin de evitar daños en la resistencia de frenado, prestar mucha atención a la secuencia de inserción de dicho comando. Se debe proporcionar esta señal a la unidad de frenado mediante un contacto interconectado con los contactores que proporcionan la alimentación a los inversers.

4. Medición Unidad de Frenado y Resistencia Relativa

Cuanto se indica a continuación se entiende en general. En el capítulo 6 aparece una lista de resistencias normalizadas a utilizar con las unidades de frenado de la serie BUy... en condiciones hipotéticas.

Teniendo en cuenta que:

P_{PBR} [W]	Potencia de pico durante el frenado
P_{NBR} [W]	Potencia nominal de la resistencia
E_{BR} [J]	Energía de frenado
V_{BR} [V]	Tensión de frenado
I_{PBR} [A]	Corriente de pico de frenado
I_{AVBR} [A]	Corriente media de frenado
I_{PBU} [A]	Corriente de pico de la unidad de frenado
n_1, n_2 [RPM]	Velocidad inicial y final
t_{BR}, T [S]	Tiempo de frenado y de ciclo
J_{TOT} [Kg* m2]	Momento de inercia total (devuelta al eje)

Es válido:

$$P_{PBR} = J_{TOT} * n_1 * \frac{n_1 - n_2}{t_{BR}} * \frac{2\pi}{60}$$

$$E_{BR} = \frac{J_{TOT}}{2} * \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 * (n_1^2 - n_2^2)$$

$$I_{PBR} = \frac{P_{PBR}}{V_{BR}}$$

Valor óhmico de la resistencia:

$$R_{BR} = \leq \frac{V_{BR}}{I_{PBR}}$$

Potencia continua nominal de la resistencia:

$$P_{NBR} = \frac{P_{PBR} * t_{BR}}{2T} = \frac{E_{BR}}{T}$$

¡Atención!

Esta fórmula calcula un valor medio de potencia que puede ser considerablemente diferente de la potencia instantánea en el caso de ciclos de servicio muy bajos.

Normalmente las resistencias no pueden soportar un pico de potencia mayor de 5 ó 10 veces su valor nominal. Por esta razón, si los ciclos de servicio son inferiores al 10%, el valor aquí calculado no se puede aplicar como potencia nominal de la resistencia. Tener en cuenta también lo indicado en los capítulos 4.1 y 6 al respecto.

Consultar al fabricante de las resistencias para más información respecto a la capacidad de sobrecarga.

Considerando que normalmente $n_2 = 0$ (paro), se deduce en efecto que:

$$E_{BR} = \frac{1}{2} P_{PBR} * t_{BR}$$

$$I_{PBU} \geq I_{BR}$$

Características de la unidad de frenado:

Es decir, la corriente de pico admitida por la BUy... debe ser mayor o igual a la efectiva. Análogamente se obtiene para la corriente media:

$$I_{AVBR} = \frac{E_{PBR}}{t_{BR} * V_{BR}} \quad I_{AVBU} \geq I_{AVBR}$$

4.1 Ejemplo de medición @ 460 V

Datos:

- Tensión de red	3 x 460 V
- Inverter	ADV3110
- Potencia nominal motor	(P_M) 15 HP
- Velocidad nominal motor	(n_n) 3515 r.p.m.
- Momento de inercia del motor	(J_M) 0,033 kgm ²
- Momento de inercia cargado al eje del motor	(J_L) 0.95 kgm ²
- Par de fricción del sistema	(M_S) 10% del par nominal
- Velocidad inicial de frenado	(n_1) 3000 r.p.m.
- Velocidad final de frenado	(n_2) 0 r.p.m.
- Tiempo de frenado	(t_{BR}) 10 seg.
- Duración del ciclo	(T) 120 seg.

Momento de inercia total:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 0.033 + 0.95 = 0.983 \text{ kgm}^2 \quad y$$

$$\Delta\omega = [2\pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\pi * 3000 / 60 = 314 \text{ sec}^{-1}$$

Par nominal motor:

$$M_M = P_M / \omega_n = (15 * 745.7) / (2\pi * 3515 / 60) = 30.4 \text{ Nm}$$

$$\text{Fricción de la máquina: } M_S = 0.1 M_M = 3.04 \text{ Nm}$$

La energía de frenado viene dada por:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (0.983 / 2) * (0.10472)^2 * 3000^2 = 48509 \text{ Joules o Wsec}$$

Si se quiere tener en cuenta también las fricciones del sistema, la energía de frenado que disipará la unidad de frenado será inferior.

El par de frenado requerido es:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 0.983 * 314 / 10 = 30.9 \text{ Nm}$$

El par de frenado está constituido por dos partes: las fricciones de la máquina y el par que debe producir el frenado eléctrico del motor:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 30.9 - 3.04 = 27.86 \text{ Nm}$$

La potencia media del proceso de frenado viene dada por:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 27.86 * 314 * 0.5 = 4374 \text{ W}$$

El nuevo valor de la energía de frenado así obtenido es:

$$\text{Nueva } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 4374 * 10 = 43740 \text{ Joules o Ws}$$

que resulta evidentemente menor que la anterior.

El pico de la potencia de frenado viene dado por

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\Pi) / (t_{BR} * 60) = 9.7 \text{ kW} \quad \text{por lo tanto,}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 9700 / 753 = 12,9A \quad \text{y}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 753 / 12,9 = 58,3 \Omega$$

Deviendo $I_{PBR} = 12,9A$, podemos ver que la unidad **BUY-1020** satisface las demandas.

Selección de la resistencia

El valor óhmico debe de ser entre el valor mínimo admitido en el BUy y 58 Ω .

La potencia nominal de la resistencia debe ser:

$$P_{NBR} = (P_{PBR} / 2) * (t_{BR} / T) = (9700 / 2) * (10 / 120) = 404 \text{ W}$$

Como se puede advertir, la potencia nominal de la resistencia es relativamente baja a causa del bajo ciclo de servicio (10 / 120), pero la resistencia debe ser capaz de soportar la energía que se le aplica durante los 10 segundos de frenado. Dicha energía es de 43740 Joules. En la tabla de las resistencias de frenado estándar (capítulo 6), se puede apreciar que el tipo **RFPD 900 DT 68R** tiene un valor de potencia nominal suficiente, pero un valor de E_{BR} demasiado bajo (21kWseg. / 21000 Joules).

Por este motivo, la elección final es el tipo **RFPD 1100 DT 40R** que tiene $E_{BR} = 44kWseg / 44000Joules$.

4.2 Ejemplo de medición @ 575 V

(Sólo para AVy / AGy-EV)

Datos:

- Tensión de red		3 x 575 V
- Rendimiento del motor	(%)	95
- Potencia nominal motor	(P_M)	150 HP o 104 kW
- Velocidad nominal motor	(n_n)	1785 r.p.m.
- Momento de inercia del motor	(J_M)	3.1 kgm ²
- Momento de inercia cargado al eje del motor	(J_L)	35 kgm ²
- Par de fricción del sistema	(M_S)	10% del par nominal
- Velocidad inicial de frenado	(n_1)	1700r.p.m.
- Velocidad final de frenado	(n_2)	0 r.p.m.
- Tiempo de frenado	(t_{BR})	10 seg.
- Duración del ciclo	(T)	120 seg.

Momento de inercia total:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 35 + 3.1 = 38.1 \text{ kgm}^2 \quad \text{y}$$

$$\Delta\omega = [2\Pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\Pi * 1700 / 60 = 178 \text{ sec}^{-1}$$

Par nominal motor:

$$M_M = P_M / \omega_n = (104000) / (2\pi * 1785 / 60) = 557 \text{ Nm}$$

$$\text{Fricción de la máquina: } M_S = 0.1 M_M = 55.7 \text{ Nm}$$

La energía de frenado viene dada por:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (38.1 / 2) * (0.10472)^2 * 1700^2 = 603000 \text{ Joules o Wsec}$$

Si se quiere tener en cuenta también las fricciones del sistema, la energía de frenado que disipará la unidad de frenado será inferior.

El par de frenado requerido es:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 38.1 * 178 / 10 = 678 \text{ Nm}$$

El par de frenado está constituido por dos partes: las fricciones de la máquina y el par que debe producir el frenado eléctrico del motor:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 678 - 55.7 = 622 \text{ Nm}$$

La potencia media del proceso de frenado viene dada por:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 622 * 178 * 0.5 = 55300 \text{ W}$$

El nuevo valor de la energía de frenado así obtenido es:

$$\text{Nueva } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 55300 * 10 = 553000 \text{ Joules o Wsec}$$

que resulta evidentemente menor que la anterior.

El pico de la potencia de frenado viene dado por

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\pi) / (t_{BR} * 60) = 120 \text{ kW} \quad \text{por lo tanto,}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 120 \text{ kW} / 965 = 125 \text{ A} \quad \text{y}$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 965 / 125 = 7.7 \Omega$$

Se puede comprobar que con 2 unidades **BUy-1075-5** se satisface la demanda.

Selección de la resistencia

La potencia nominal de la resistencia debe ser:

$$P_{NBR} = (P_{PBR} / 2) * (t_{BR} / T) = (60000 / 2) * (10 / 120) = 2500 \text{ W} \quad (2 \text{ res.} \times 2 \text{ BUy} = 5000 \text{ W})$$

Por este motivo, la selección final es del tipo **BR T8K0-7R7** (P_{NBR} nominal = 8000 W, E nominal = 320kWsec) con $E_{BR} \geq (553/2)\text{kWsec}$ para un $t_{br} = 10 \text{ sec.}$

4.3 Ejemplo de medición @ 690 V

Datos:

- Tensión de red		3 x 690 V
- Rendimiento del motor	(%)	95.6
- Potencia nominal motor	(P_M)	132 kW

- Velocidad nominal motor	(n_n)	1486 r.p.m.
- Momento de inercia del motor	(J_M)	2.3 kgm ²
- Momento de inercia cargado al eje del motor	(J_L)	35 kgm ²
- Par de fricción del sistema	(M_S)	10% del par nominal
- Velocidad inicial de frenado	(n_1)	1486 r.p.m.
- Velocidad final de frenado	(n_2)	0 r.p.m.
- Tiempo de frenado	(t_{BR})	10 seg.
- Duración del ciclo	(T)	120 seg.

Momento de inercia total:

$$J_{TOT} = J_M + J_L = 35 + 2,3 = 37,3 \text{ kgm}^2 \quad y$$

$$\Delta\omega = [2\Pi * (n_1 - n_2)] / 60 \text{ sec/min} = 2\Pi * 1486 / 60 = 155 \text{ sec}^{-1}$$

Par nominal motor:

$$M_M = P_M / \omega_n = (123000) / (2\Pi * 1486 / 60) = 795 \text{ Nm}$$

$$\text{Fricción de la máquina:} \quad M_S = 0.1 M_M = 79,5 \text{ Nm}$$

La energía de frenado viene dada por:

$$E_{BR} = (J_{TOT} / 2) * (2\Pi / 60)^2 * (n_1^2 - n_2^2) = (37,3 / 2) * (0.10472)^2 * 1486^2 = 451620 \text{ Joules o Wsec}$$

Si se quiere tener en cuenta también las fricciones del sistema, la energía de frenado que disipará la unidad de frenado será inferior.

El par de frenado requerido es:

$$M_b = (J_{TOT} * \Delta\omega) / t_{BR} = 37,3 * 155 / 10 = 580 \text{ Nm}$$

El par de frenado está constituido por dos partes: las fricciones de la máquina y el par que debe producir el frenado eléctrico del motor:

$$M_{bM} = M_b - M_S = 580 - 79,5 = 500 \text{ Nm}$$

La potencia media del proceso de frenado viene dada por:

$$P_{AVE} = (M_{bM} * \Delta\omega) / 2 = 500 * 155 * 0.5 = 39000 \text{ W}$$

El nuevo valor de la energía de frenado así obtenido es:

$$\text{Nueva } E_{BR} = P_{AVE} * t_{BR} = 39000 * 10 = 390000 \text{ Joules o Wsec}$$

que resulta evidentemente menor que la anterior.

El pico de la potencia de frenado viene dado por

$$P_{PBR} = (J_{TOT} * n_1 * \Delta\omega * 2\Pi) / (t_{BR} * 60) = 90 \text{ kW} \quad \text{por lo tanto,}$$

$$I_{PBR} = P_{PBR} / V_{BR} = 90 \text{ kW} / 1150 = 125 \text{ A} \quad y$$

$$R_{BR} \leq V_{BR} / I_{PBR} = 1150 / 125 = 9,2 \Omega$$

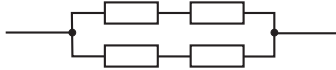
Se puede comprobar que con 2 unidades **BUy-1065-6** se satisface la demanda.

Selección de la resistencia

La potencia nominal de la resistencia debe ser:

$$P_{NBR} = ((P_{PBR}) * t_{BR}) / 2T = (90kW * 10) / 240 = 3750 \text{ W}$$

Por este motivo la selección final es el tipo **BRT 8K0-9R2** (E nominal = 220 kW). Cable nº 2 resistencias en serie y nº 2 en paralelo con el objetivo de absorber la energía igual a 390 kW:



4.4. Medición simplificada de la resistencia

En caso de que no estuvieran disponibles todos los datos antes descritos, se puede efectuar un cálculo de la resistencia de frenado muy simplificado, si bien también aproximado.

Esta solución puede llevar a un resultado excesivo de la medición de la resistencia a utilizar.

Para el cálculo de los diversos valores de resistencia, se pueden utilizar las siguientes fórmulas:

$$R_{BR} [\Omega] = \frac{V_{BR} [V]}{I_{PBR} [I]}$$

Si se quiere calcular el valor de la resistencia para un inverter :

- intensidad punta para el frenado = 100A (125A), consulte la tabla del capítulo 3
- alimentación 400Vac (575Vac), consulte la tabla del capítulo 3.3
- umbral de frenado = 680 Vac (965Vac), consulte la tabla del capítulo 3.3

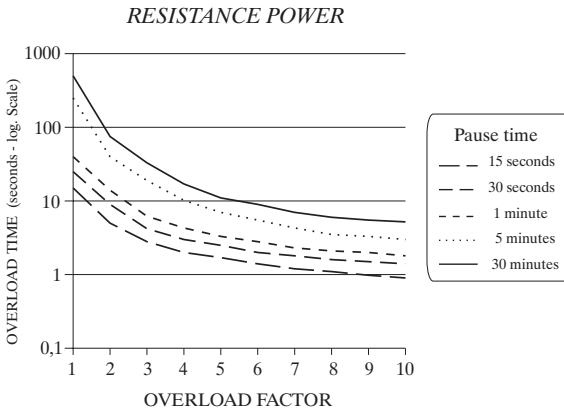
se obtiene:

$$R_{BR} = \frac{680}{100} = 6.8 \Omega$$

No obstante, esta fórmula indica solamente el valor óhmico. Para obtener la potencia de la resistencia en si, hay que tener en cuenta las consideraciones siguientes:

La resistencia de frenado se utiliza normalmente con ciclo intermitente. Por lo tanto, se podrá utilizar una resistencia que sea capaz de disipar una potencia continua inferior a la resultante del producto $R_{BR} * I_{PBR}^2$.

Para decidir el factor de sobrecarga se puede utilizar el siguiente diagrama, (el fabricante de la resistencia que se utilice puede proporcionar diagramas similares).



Para calcular el valor de la potencia continua (o nominal) de la resistencia de frenado, utilizando este gráfico se podrá aplicar la fórmula siguiente:

$$\text{Continuative power } R_{BR} = \frac{\text{Regenerated power}}{\text{Overload factor}}$$

Considerando que se debe frenar un motor de 30 kW con sobrecarga del 150%, el resultado es una potencia máxima regenerada de 45 kW.

Si tomamos por ejemplo un tiempo de frenado de 5 segundos (tiempo de sobrecarga para la resistencia) y 1 minuto de pausa, el gráfico da un factor de sobrecarga de 3,9, por lo que la potencia nominal de la resistencia será:

$$\frac{45 \text{ kW}}{3.9} = 11.5 \text{ kW}$$

¡NOTA! Es muy aconsejable utilizar las resistencias normalizadas indicadas en el capítulo 6.

4.5 Medición simplificada de los resistores según el tiempo de paro

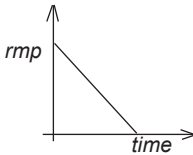
- 1) Add Motor Inertia + Gearbox Inertia + Reflected Machine Inertia = Total System inertia [ft lb²]

$$\text{Reflected Machine Inertia} = \frac{\text{Machine Inertia}}{(\text{Gear Ratio})^2}$$

- 2) Calcular la energía del sistema a máxima velocidad.

$$\frac{[\text{Total System Inertia}] [\text{Top rpm}^2]}{4300000} = \text{System Energy [kW} \cdot \text{sec]}$$

- 3)



Calcular la potencia media [kW] necesaria para absorber la energía de paro, ignorando fricciones y rendimientos.

$$\frac{(\text{System Energy}) \text{ kW} \cdot \text{sec}}{(\text{Stop time}) \text{ sec}} = \text{Average Stopping Power [kW]}$$

- 4) Calcular la resistencia eléctrica necesaria en la disipación de la potencia media de paro [kW].

$$\frac{(\text{DC Bus Volts})^2}{(\text{Ave Stopping kW} * 1000 * 2)} = \Omega \quad \text{Para ADV como master, a 460 Vac, voltios del DC bus} = 780.$$

Este es el máximo valor óhmico utilizable para bloquear el drive en el tiempo límite. También es posible utilizar valores óhmicos inferiores.

- 5) Calcular la resistencia eléctrica necesaria en el motor para alcanzar el límite de corriente en cualquier momento durante el proceso de paro.

$$\text{Motor HP} * .746 = \text{Motor kW}$$

$$\text{Current Limit kW} = \text{Motor kW} * 1.5 \text{ (150\% overload)}$$

$$\frac{(\text{DC Bus Volts})^2}{\text{Current Limit kW} * 1000} = \Omega$$

- 6) Seleccionar el valor del resistor dentro de la gama indicada entre las respuestas dadas en los puntos 4) y 5). Una selección que se aproxime al máximo al valor indicado en el punto 5) podría propiciar que el resistor asumiera mayores valores de potencia para poder soportar:

$$\text{Instantaneous Current} = \frac{\text{DC Bus Volts}}{\text{Current Limit Ohms}}$$

una selección que se acerque al máximo al valor indicado en el punto 4) no permite sucesivos ajustes de campo de los tiempos de paro más rápidos.

- 7) Utilizar el valor de la resistencia final, indicada en el punto 6), para verificar la corriente de pico de la resistencia y la corriente de pico BU requerida.

$$\frac{\text{DC Link Volts}}{\text{DB Resistance Ohms}} = \text{Peak Current [Amps]}$$

Esto determina el número de unidades de frenado requeridas y el tipo de BU de acuerdo con los valores de pico en corriente

- 8) Para paradas ocasionales, por ejemplo una vez cada 10 minutos, o para un paro seguido desde el periodo de enfriamiento a temperatura ambiente, el resistor se puede seleccionar según la talla por periodos de tiempo breves, por ejemplo una potencia de paro media de 15 o 30 segundos si la talla del resistor se calcula en kW.

o:

$$\sqrt{\frac{\text{Average Stopping kW}^2}{\text{Resistor Ohm}}} = \text{Short Time Current [Amps]}$$

La talla de potencia del resistor debe satisfacer la talla instantánea y la destinada a periodos de tiempo cortos.

Para cargas de revisión o ciclos de paro más frecuentes, utilizar los cálculos detallados anteriormente indicados.

5. Valor Mínimo de las Resistencias Utilizables

Modelo	Tensión de red y valor mínimo de la resistencia								
	230V	380V	400V	415V	440V	460V	480V	575V	690V
BUy-1020	10 Ω	16 Ω	17 Ω	17 Ω	18.6 Ω	18.6 Ω	19.37 Ω	-	-
BUy-1050	4 Ω	6.4 Ω	6.8 Ω	6.8 Ω	7.5 Ω	7.5 Ω	7.7 Ω	-	-
BUy-1065-6	-	-	-	-	-	-	-	-	9.2 Ω
BUy-1075-5	-	-	-	-	-	-	-	7.7 Ω	-
BUy-1085	2.4 Ω	3.7 Ω	4 Ω	4 Ω	4.4 Ω	4.4 Ω	4.55 Ω	-	-

tbu0060e

El valor óhmico indicado en la tabla representa al valor mínimo absoluto de la resistencia que se puede conectar a las diversas unidades de frenado respecto al umbral de frenado establecido. A la práctica, tal valor podría no estar disponible, por lo que se deberá utilizar el valor óhmico superior siguiente.

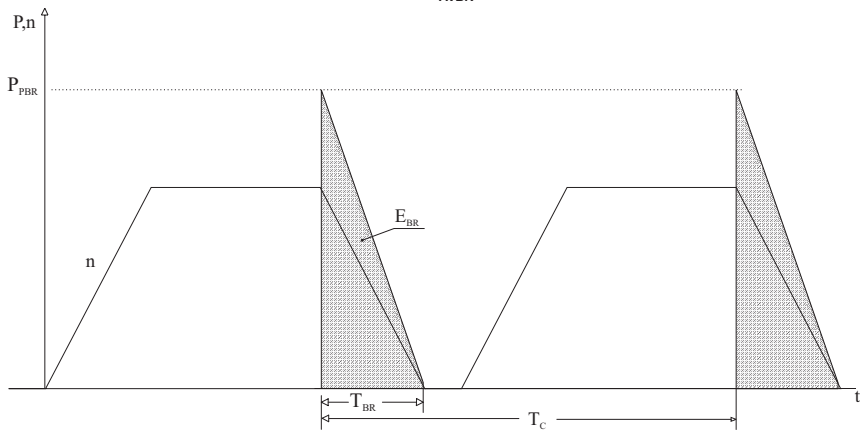
La indicación sirve para poder aprovechar mejor las resistencias de frenado cuando se emplean más resistencias en paralelo. En tal caso, se podría realizar con el valor óhmico indicado en la tabla.

¡ATENCIÓN! Las unidades **están protegidas** contra cortocircuito directo entre los bornes CR, BR.

6. Resistencias de Frenado Estándar

Con el fin de simplificar la selección de la resistencia de frenado a utilizar, a continuación se detallan los valores de las resistencias normalizadas, calculadas según un criterio de utilización aplicativo habitual.

P_{OVL}	Potencia de sobrecarga que el inverter puede regenerar, igual a la potencia nominal para el factor 1,36 (sobrecarga del inverter = $I_{cont} \times 1,36$). Serie ADV200 Sobrecarga pesada (Heavy duty) = 150%.
P_{AVBR}	Potencia media que puede disipar la resistencia sobre la base de un ciclo de servicio habitual igual al 6,5%
Duty cycle $_{max}$	consulte el capítulo 3.
E_{BR}	Máxima energía instantánea que puede disipar la resistencia
t_{OVLBR}	Tiempo máximo de frenado continuo en condiciones de sobrecarga (P_{OVL})
t_{BR}	Tiempo máximo de frenado continuo en condiciones de carga nominal
P_{NBR}	Potencia continua nominal de la resistencia, que debe ser igual o superior a la potencia media P_{AVBR}



El valor óhmico de las resistencias normalizadas se ha calculado con el fin de garantizar la corriente de frenado sobre la base de la utilización límite de la BUy, o bien 480Vac (575Vac) de alimentación del *inverter*, umbral de frenado 775Vdc (965Vdc).

- **BUy-1020, 1050, 1085:** 480Vac de alimentación convertidor, umbral de frenado 775Vdc
- **BUy-1065-6:** 690Vac de alimentación convertidor, umbral de frenado 1150Vdc
- **BUy-1075-5:** 575Vac de alimentación convertidor, umbral de frenado 965Vdc

AVy - AGy-EV 230...480Vac	BUy- ...	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLBR [sec]	tBR [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
1007 ... 1015	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 220 T 100R	100 Ω
1022 ... 1030	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 300 DT 100R	100 Ω
2040	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RFPD 750 DT 100R	100 Ω
2055	1020	6.8	0.7	14	5	7	0.8	RFPD 750 DT 68R	68 Ω
2075	1020	9.5	1	21	4.5	6	1	RFPD 900 DT 68R	68 Ω
3110	1020	15	1.5	44	3.5	5	1.3	RFPD 1100 DT 40R	31 Ω
3150	1020	20	2	80	8	11	1.9	RFPD 1900 D 28R	28 Ω
4185 ... 4220	1050	30	3	120	6	8	4	BR T4K0-15R4	15.4 Ω
4300	1050	40	4	70	4	5.5	4	BR T4K0-11R6	11.6 Ω
4370	1050	50	5	180	7.5	10	8	2 x BR T4K0-23R	23 Ω
5450	1050	60	6	220	6	8	8	BR T8K0-7R7	7.7 Ω
5550	1085	78	5	120	1.5	11	8	BR T8K0-6R2	6.2 Ω
6750	1085	107	7	2 x 120	2.2	17	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
7900	2 x 1050	128	9	2 x 120	1.9	14	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
71100	2 x 1085	157	10	2 x 120	1.5	11	2 x 8	2 x BR T8K0-6R2	6.2 Ω
71320	2 x 1085	188	13	2 x 360	1.9	14	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
81600	2 x 1085	180 * (218)	18	2 x 350	6	8	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
92500 ... 93150	3 x 1085	272 * (340)	27.2	3 x 350	6	8	3 x 12	3 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
104000 ... 106300	4 x 1085	400 * (500)	40	4 x 350	6	8	4 x 12	4 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω

AVy 575Vac	BUy-1075-5 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLBR [sec]	tBR [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
2002 ... 3020	(**)								
4025 ... 5075	(***)								
6100	1	105	10.5	1 x 320	6.1	4.6	1x8	1 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
7125	2	130	13	2 x 320	4.9	7.4	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
7150	2	156	15.6	2 x 320	4.1	6.1	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω
8200	2	208	20.8	2 x 320	3.1	4.6	2x8	2 x BR T8K0-7R7	7.7 Ω

AVy 690Vac	BUy-1065-6 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	Ebr [kWsec]	toVLBR [sec]	tBR [sec]	PNBR [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
6750	1	107	7	1 x 120	1.1	8	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
7900	1	128	9	1 x 120	0.9	7	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
71100	2	157	10	2 x 240	1.5	11	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
71320	2	188	13	2 x 240	1.3	10	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
92500	3	356	24	3 x 360	1	8	3x8	3xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
93150	4	449	30	4 x 480	1.1	8	4x8	4xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
105000	6	713	48	5 x 720	1	8	6x8	6xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
106300	8	898	60	8 x 960	1.1	8	8x8	8xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
108000	10	1141	76	10 x 120	1.1	8	10x8	10xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
111200	15	1711	114	15 x 180	1.1	8	15x8	15xBR T8K0-9R2	9.2 Ω

NOTA!

Las potencias indicadas con "*" tienen un valor ligeramente inferior al de aquellas calculadas por P_{OVL} (valor entre paréntesis) con el fin de evitar la introducción de ulteriores valores de resistencia. Asimismo, hay que tener en cuenta que con potencias elevadas a tal nivel, las prestaciones dinámicas son generalmente menores o incluso podría ser necesario el uso de una unidad de alimentación regenerativa.

(**) Unidad de frenado interna

(**) Unidad de frenado interna opcional

ADV100 400...480Vac	ADV200-4 400...480Vac	BUy- ...	PovL [kW]	PAVBR [kW]	E _{BR} [kWsec]	toV _{BR} [sec]	t _{BR} [sec]	P _{NBR} [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
-	1007 ... 1015	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 220 T 100R	100 Ω
-	1022 ... 1030	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RF 300 DT 100R	100 Ω
1040	1040	1020	4	0.5	8.8	5	7	0.5	RFPD 750 DT 100R	100 Ω
1055	2055	1020	6.8	0.7	14	5	7	0.8	RFPD 750 DT 68R	68 Ω
2075	2075	1020	9.5	1	21	4.5	6	1	RFPD 900 DT 68R	68 Ω
2110	2110	1020	15	1.5	44	3.5	5	1.3	RFPD 1100 DT 40R	31 Ω
3150	3150	1020	20	2	80	8	11	1.9	RFPD 1900 D 28R	28 Ω
3185 ... 3220	3185 ... 3220	1050	30	3	120	6	8	4	BR T4K0-15R4	15.4 Ω
4300	4300	1050	40	4	70	4	5.5	4	BR T4K0-11R6	11.6 Ω
4370	4370	1050	50	5	180	7.5	10	8	2 x BR T4K0-23R	23 Ω
4450	4450	1050	60	6	220	6	8	8	BR T8K0-7R7	7.7 Ω
5550	5550	1085	78	5	120	1.5	11	8	BR T8K0-6R2	6.2 Ω
5750	5750	1085	107	7	2 x 120	2.2	17	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
5900	5900	2 x 1050	128	9	2 x 120	1.9	14	2 x 8	2 x BR T8K0-9R2	9.2 Ω
-	61110	2 x 1085	157	10	2 x 120	1.5	11	2 x 8	2 x BR T8K0-6R2	6.2 Ω
-	61320	2 x 1085	188	13	2 x 360	1.9	14	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	71600-72000	2 x 1085	180	18	2 x 350	6	8	2 x 12	2 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	72500...73550	3 x 1085	272	27.2	3 x 350	6	8	3 x 12	3 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	400 - 500 kW	4 x 1085	400	40	4 x 350	6	8	4 x 12	4 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	630 - 710 kW	6 x 1085	560	56	6 x 350	6	8	6 x 12	6 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	900 kW	8 x 1085	730	73	8 x 350	6	8	8 x 12	8 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω
-	1000 kW	9 x 1085	810	81	9 x 350	6	8	9 x 12	9 x BR T12K0-5R1	5.1 Ω

ADV200-6 690Vac	BUy-1065-6 (q.ty)	PovL [kW]	PAVBR [kW]	E _{BR} [kWsec]	toV _{BR} [sec]	t _{BR} [sec]	P _{NBR} [kW]	Resistances models	OHMIC VALUE
5750	1	107	7	1 x 120	1.1	8	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
6900	1	128	9	1 x 120	0.9	7	1x8	1xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
61100	2	157	10	2 x 120	1.5	11	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
61320 - 71600	2	188	13	2 x 120	1.3	10	2x8	2xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
72000 - 72500	3	356	24	3 x 120	1	8	3x8	3xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
73150 - 73550	4	449	30	4 x 120	1.1	8	4x8	4xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
400 - 500 kW	6	713	48	5 x 120	1	8	6x8	6xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
630 - 710 kW	8	898	60	8 x 120	1.1	8	8x8	8xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
900 kW	10	1141	76	10 x 120	1.1	8	10x8	10xBR T8K0-9R2	9.2 Ω
1000 kW	15	1711	114	15 x 120	1.1	8	15x8	15xBR T8K0-9R2	9.2 Ω

Cualquier resistencia utilizada de tipo distinto al indicado en la tabla anterior, deberá ser calculada para soportar la potencia P_{OVL} por un período de tiempo igual al 1/10 del de un ciclo hipotético en el que sigue a la sobrecarga un período de potencia cero para los 9/10 del tiempo total.

$$P_{OVL} \times 0.1 T = P_{AVBR} \times T$$

La duración máxima del tiempo de frenado (y por lo tanto la duración total del ciclo) vendrá determinada por el valor máximo del impulso de energía E_{BR} admitido por la resistencia durante la fase de frenado según la siguiente relación:

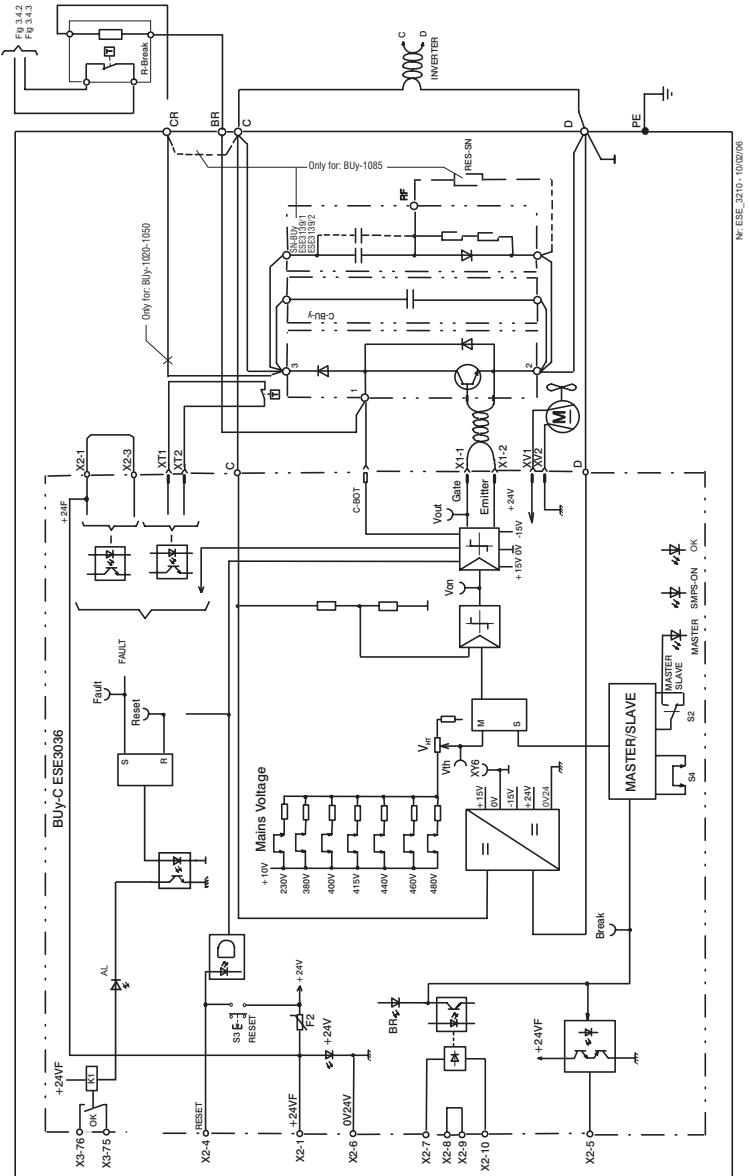
$$t_{OVLBR} \text{ y } t_{BR} = 0.1 T = E_{BR} / P_{OVL}$$

De no ser valorable la temperatura de ejercicio de la resistencia, ésta deberá estar dotada de un contacto térmico normalmente cerrado (Klixon). Véase punto 3.4.2.

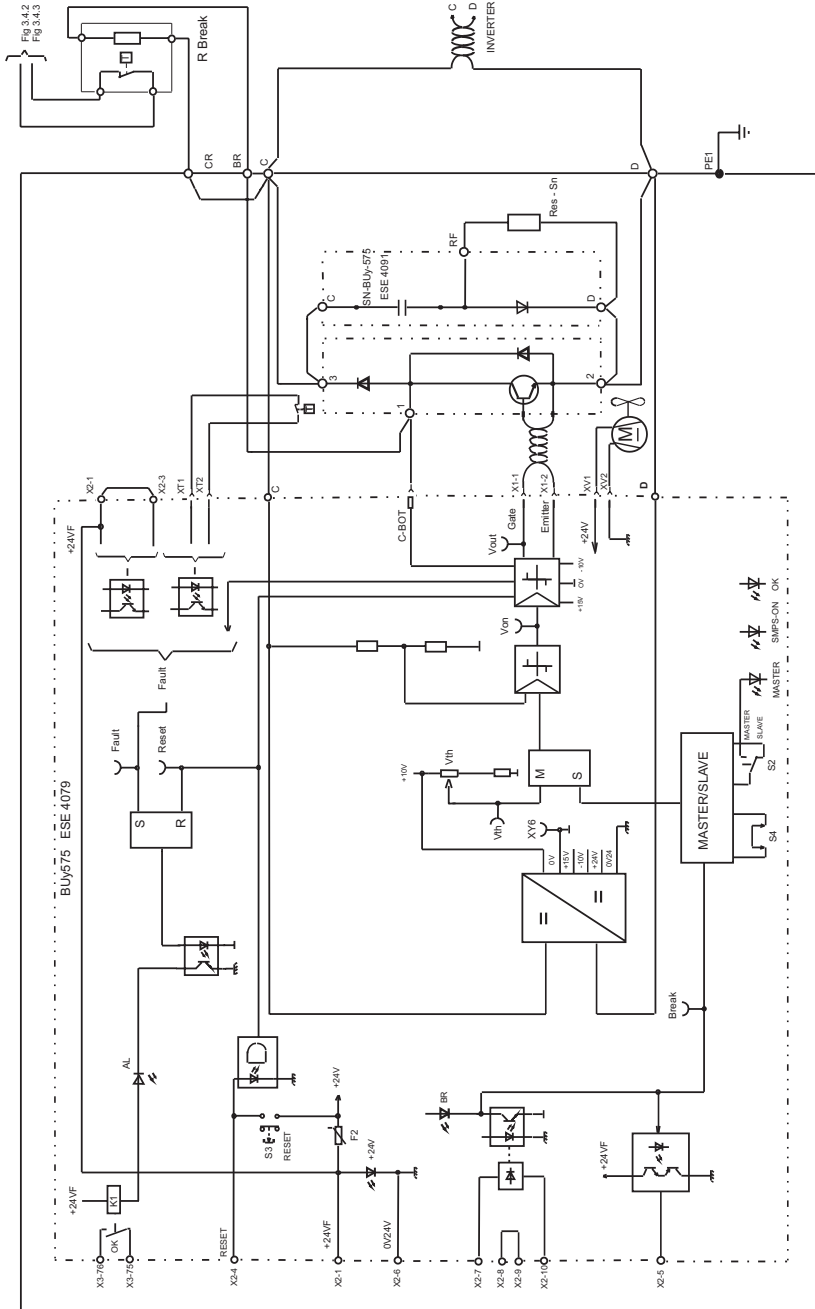
Las resistencias normalizadas aquí descritas están ya provistas de este dispositivo.

7. Schemi a Blocchi -Block Diagrams -Blockschema -Schema a Blocs -Esquema Funcional

7.1: Block diagram for BUy-1020, BUy-1050 and BUy-1085 sizes

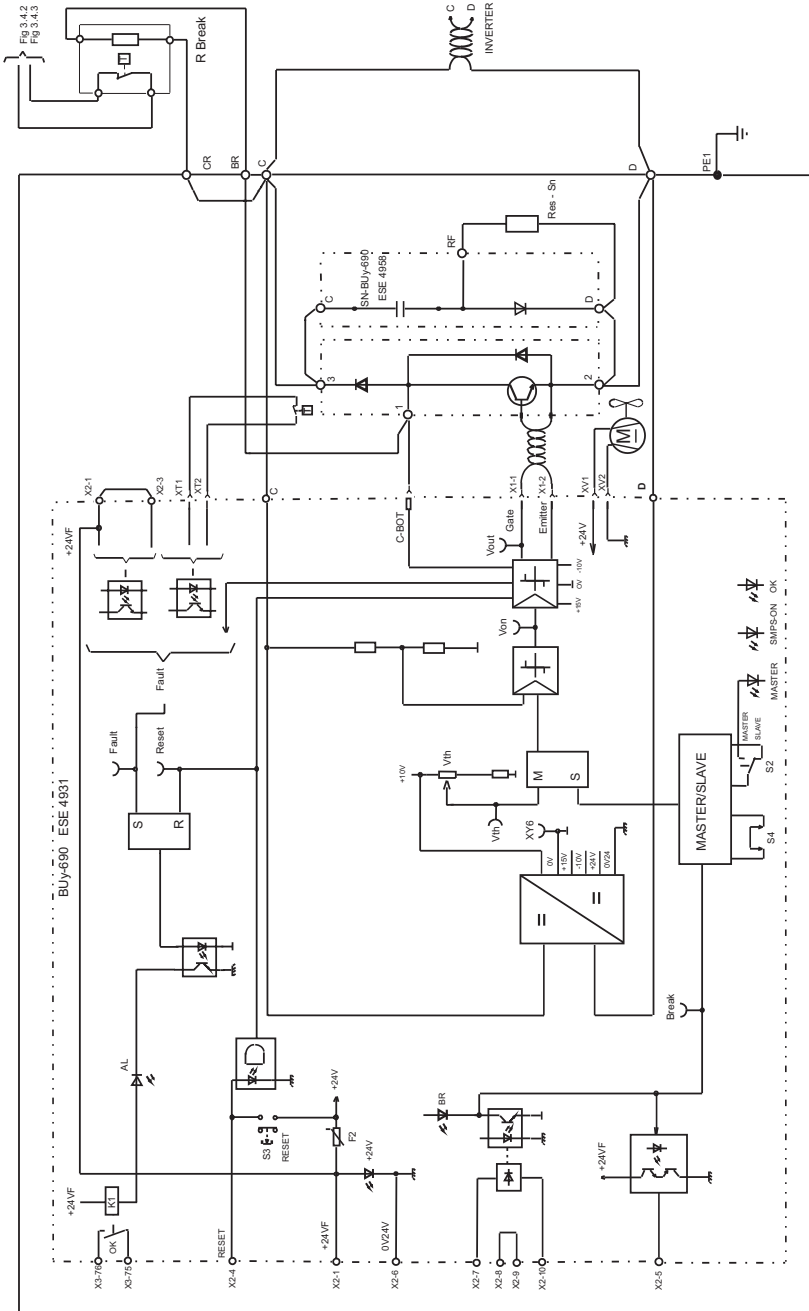


7.2: Block diagram for BuY-1075-5 size



ESE 4187 - 25-8-08

7.3: Block diagram for BUy-1065-6 size



ESE 4931 - 8-9-14

GEFRAN DEUTSCHLAND GMBH

Philipp-Reis-Straße 9a
D-63500 Seligenstadt
Ph. +49 (0) 61828090
Ph. +49 (0) 6182809222
vertrieb@gefran.de

SIEI AREG - GERMANY

Gottlieb-Daimler Strasse 17/3
D-74385 - Pleidelsheim
Ph. +49 (0) 7144 897360
Ph. +49 (0) 7144 8973697
info@sieiareg.de

SENSORMATE AG

Steigweg 8,
CH-8355 Aadorf, Switzerland
Ph. +41(0)52-2421818
Ph. +41(0)52-3661884
http://www.sensormate.ch

GEFRAN FRANCE SA

4, rue Jean Desparmet - BP 8237
69355 LYON Cedex 08
Ph. +33 (0) 478770300
Ph. +33 (0) 478770320
commercial@gefran.fr

GEFRAN BENELUX NV

ENA 23 Zone 3, nr. 3910
Lammerdries-Zuid 14A
B-2250 OLEN
Ph. +32 (0) 14248181
Ph. +32 (0) 14248180
info@gefran.be

GEFRAN UK LTD

Unit 7, Brook Business Centre
54a Cowley Mill Road, Uxbridge,
UB8 2FX
Ph. +44 (0) 8452 604555
Ph. +44 (0) 8452 604556
sales@gefran.co.uk

GEFRAN MIDDLE EAST ELEKTRIK VE ELEKTRONIK SAN. VE TIC. LTD. STI

Yesilkoy Mah. Ataturk
Cad. No: 12/1 B1 Blok K:12
D: 389 Bakirkoy /Istanbul
TURKIYE
Ph. +90212 465 91 21
Ph. +90212 465 91 22

GEFRAN SIEI

Drives Technology Co., Ltd
No. 1285, Beihe Road, Jiading
District, Shanghai, China 201807
Ph. +86 21 69169898
Ph. +86 21 69169333
info@gefran.com.cn

GEFRAN SIEI - ASIA

31 Ubi Road 1
#02-07, Aztech Building,
Singapore 408694
Ph. +65 6 8418300
Ph. +65 6 7428300
info@gefran.com.sg

GEFRAN INDIA

Survey No. 191/A/1,
Chinchwad Station Road, Chinchwad,
Pune-411033, Maharashtra
Ph. +91 20 6614 6500
Ph. +91 20 6614 6501
gefran.india@gefran.in

GEFRAN INC.

8 Lowell Avenue
WINCHESTER - MA 01890
Toll Free 1-888-888-4474
Ph. +1 (781) 7291468
info.us@gefran.com

GEFRAN BRASIL

ELETROLETRÔNICA
Avenida Dr. Altino Arantes,
377 Vila Clementino
04042-032 SÃO PAULO - SP
Ph. +55 (0) 1155851133
Ph. +55 (0) 1132974012
comercial@gefran.com.br

GEFRAN**GEFRAN S.p.A.**

Via Sebina 74
25050 Provatiglo d'Iseo (BS)
ITALY
Ph. +39 030 98881
Ph. +39 030 9839063
info@gefran.com
www.gefran.com

Drive & Motion Control Unit

Via Carducci 24
21040 Gerenzano (VA)
ITALY
Ph. +39 02 967601
Ph. +39 02 9682653
infomotion@gefran.com

Technical Assistance :

technohelp@gefran.com

Customer Service :

motioncustomer@gefran.com
Ph. +39 02 96760500
Ph. +39 02 96760278

Manuale Buy -HM
Rev 1.5 - 24-5-2016



1S9A71