

■ Einleitung	Seite 3
■ Beschreibung des Bremssystems	Seite 3
■ Anwendung - Förderband	Seite 3
Allgemeine Formeln	Seite 4
Beispiele für die Bremsleistung	Seite 4
■ Wahl eines Bremswiderstands	Seite 5
■ Einstellung der Bremsfunktion	Seite 6
Grundeinstellung	Seite 6
Leistungsüberwachung	Seite 6
Bremsprüfung	Seite 7
Schutzeigenschaften	Seite 7
Anzeige der Bremsleistung	Seite 7
Gleichspannungsbremse	Seite 7
■ Installation	Seite 7
Mechanisch	Seite 7
Elektrisch	Seite 8
EMV (verdrillte Kabel/Abschirmung)	Seite 8
■ Abmessungen	Seite 9



Vorsicht:
Bremswiderstände beim Bremsen nicht berühren. Sie können sehr heiß werden.

■ Einleitung

Die Flachbau-Bremswiderstände für die VLT Serie 5000 stellen eine sichere und kompakte Lösung für den Kunden dar.

Bei einer konstanten Last und ungehinderten Belüftung besitzt der Widerstand eine eigensichere Funktion. Dies bedeutet, daß er kurzschlußfest ist, keinen Fehlerstrom

zum Gehäuse aufweist, kein Schmelzen des Gehäuses verursacht und selbstlöschend ist. Das Gehäuse besteht aus eloxiertem Aluminium und entspricht IP 54.

Der kompakte Flachbau-Bremswiderstand kann auf der Rückseite eines VLT 5000 im Buchformat montiert werden.

■ Beschreibung des Bremssystems

Bei Drehzahlverringern eines Frequenzumrichters wirkt der Motor als Generator und bremst. Ein als Generator wirkender Motor speist Energie in den Zwischenkreis des Frequenzumrichters ein. Der Bremswiderstand belastet den Zwischenkreis und stellt so sicher, daß er die Bremsleistung absorbiert.

Würde kein Bremswiderstand benutzt, so stiege die Zwischenkreisspannung des Frequenzumrichters kontinuierlich an, bis sie zum Schutz abschaltet. Der Vorteil der Verwendung eines Bremswiderstands ist, daß er schnelles Bremsen einer hohen Last (z.B. eines Förderbands) ermöglicht.

Außerdem verfügt der VLT 5000 über eine Bremsüberwachung, um zu gewährleisten, daß die mittlere im Bremswiderstand umgesetzte Leistung eine bestimmte Grenze nicht überschreitet. Die Bremsüberwachung berechnet die mittlere Bremsleistung während der letzten 120 s und vergleicht diesen Wert mit einem programmierten Grenzwert. Wird dieser Grenzwert überschritten, so kann der Antrieb eine Warnung geben oder abschalten. Die Überwachung eines Kurzschlusses von Bremswiderstand oder Brems-IGBT und Trennung des Bremswiderstands ist ebenfalls möglich.

Eine erhöhte Leistung bei geringen Drehzahlen kann mit der Gleichspannungsbremse im VLT 5000 erzielt werden.

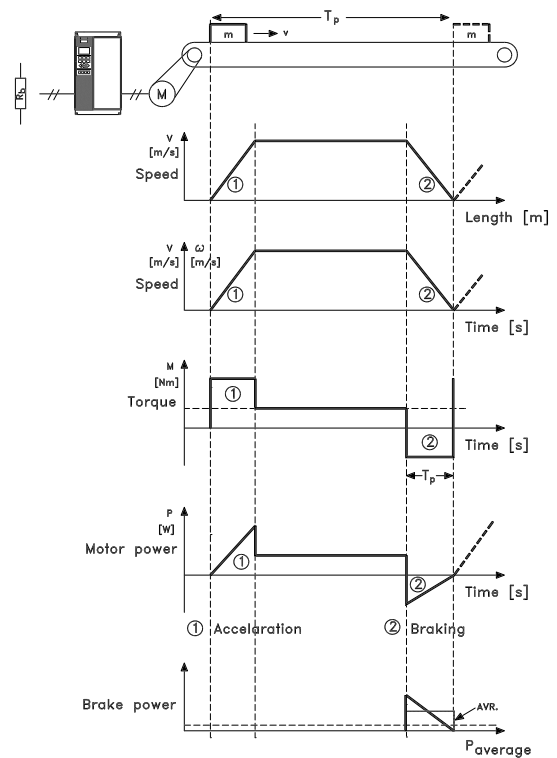
■ Anwendung - Förderband

Die in dieser Anleitung beschriebenen Bremswiderstände sind für geringe Massenträgheiten ausgelegt. Die Widerstände sind für kleine, d.h. Antriebe bis zum VLT 5011 gedacht.

Die Voraussetzungen für die Anwendung sind:

- Für die Systemenergie wird angenommen, daß sie durch die doppelte Motorträgheit bestimmt wird.
- Die Bremswerte werden für ein Moment von 160% berechnet.

Abb. 1 zeigt den Zusammenhang zwischen Bremsleistung und Beschleunigung/Abbremsen des Förderbands. Beim Bremsen ist die Motorleistung negativ, da das Moment an der Motorwelle negativ ist. Die Bremsleistung wird im Bremswiderstand umgesetzt und entspricht unter Berücksichtigung der Verluste im System, im Motor und im Frequenz Umrichter fast der negativen Motorleistung.



175ZA397.11

Abb. 1

Typische Eigenschaften einer horizontalen Bremsanwendung

■ Allgemeine Formeln

Nachstehend sind die allgemeinen Formeln zur Berechnung der Bremse in einem System angegeben.

Es wird ein Beispiel mit den folgenden Werten gezeigt:

Motorträgheit: $j = 0,0021 \text{ kgm}^2$
 Motordrehzahl (bei 50 Hz): $n = 1500 \text{ Upm}$
 Mittlere im Widerstand umgesetzte Leistung: $P_{\text{mittel}} = 120 \text{ W}$
 Motornennleistung: $P_{\text{Motor}} = 750 \text{ W}$

Die kinetische Energie im System ist:

$$E = \frac{1}{2} \times j' \times \omega^2 = j \times \omega^2 = 0,011 \times j \times n^2 \text{ [Ws]}$$

$$E = 0,011 \times 0,0021 \times 1500 \times 1500 = 52 \text{ Ws}$$

j = Trägheit von Motor und Getriebe (kgm^2)
 j' = Systemträgheit $\approx 2 \times j$
 ω = Motordrehzahl = $(n \times 2 \times \pi) / 60$ [rad/s]
 n = Motordrehzahl [Upm]

Die Maximalzahl von Stopps pro Zeiteinheit wird für den Widerstand berechnet als:

$$f_{\text{stopp}} = P_{\text{Widerst.}} / E_{\text{System}} \text{ [s}^{-1}\text{]}$$

$$f_{\text{stopp}} = 120 / 52 = 2,3 \text{ s}^{-1} = 138,5 \text{ min}^{-1}$$

$P_{\text{Widerst.}}$ = Mittlere im Widerstand umgesetzte Leistung [W]

Die kürzeste Stopzeit wird berechnet:

$$t_{\text{stopp}} = E_{\text{System}} / P_{\text{Motor}} \text{ [s]}$$

$$t_{\text{stopp}} = 52 / 750 = 0,069 \text{ s}$$

P_{Motor} = Motornennleistung [100% Moment]

Der maximale Lastzyklus des Systems ist:

$$\text{Lastzyklus} = t_{\text{stopp}} \times f_{\text{stopp}} \times 100 \text{ [\%]}$$

$$\text{Lastzyklus} = 0,069 \times 2,3 \times 100 = 16\%$$

Die Widerstandswerte müssen mit den Formeln aus der allgemeinen Bremsanleitung berechnet werden (Widerstand basierend auf zulässigem Mindestwiderstand). Bei Wahl eines Standardwiderstands muß ein höherer Wert als die berechnete gewählt werden.

240 V-Geräte: $R_{\text{rec}} = 111684 / P_{\text{Motor}} \text{ [\Omega]}$
 $R_{\text{rec}} = 111684 / 750 = 149 \Omega$

500 V-Geräte $R_{\text{rec}} = 478801 / P_{\text{Motor}} \text{ [\Omega]}$
 $R_{\text{rec}} = 478801 / 750 = 638 \Omega$

■ Beispiele für die Bremsleistung

Die nachstehenden Tabellen zeigen typische Daten für eine Horizontalanwendung. Für andere Frequenzen benutzen Sie bitte die obigen Formeln, um die Werte zu berechnen.

Alle Werte sind für eine Motornendrehzahl von 1500 Upm bei 50 Hz berechnet.

 P_{mittel} , 120 W

VLT-Typ	Motor 4-polig	Motor-Trägheit $\text{kg} \times \text{m} \times \text{m}$	System-Trägheit $\text{kg} \times \text{m} \times \text{m}$	E (50Hz) Ws	Anzahl Stopps 1/min von 50 Hz.	E (100 Hz) Ws	Anzahl Stopps 1/min von 100 Hz.	Stopzeit [s] (50 Hz) 100% Moment	Stopzeit [s] (100 Hz) 100% Moment
5001	0,75	0,00210	0,00420	52,0	138,5	207,9	34,6	0,069	0,277
5002	1,1	0,00320	0,00640	79,2	90,9	316,8	22,7	0,072	0,288
5003	1,5	0,00430	0,00860	106,4	67,7	425,7	16,9	0,071	0,284
5004	2,2	0,00690	0,01380	170,8	42,2	683,1	10,5	0,078	0,311
5005	3	0,00820	0,01640	203,0	35,5	811,8	8,9	0,068	0,271
5006	4	0,01200	0,02400	297,0	24,2	1188,0	6,1	0,074	0,297
5008	5,5	0,01800	0,03600	445,5	16,2	1782,0	4,0	0,081	0,324
5011	7,5	0,02300	0,04600	569,3	12,6	2277,0	3,2	0,076	0,304

 P_{mittel} , 250 W

VLT-Typ	Motor 4-polig	Motor-Trägheit $\text{kg} \times \text{m} \times \text{m}$	System-Trägheit $\text{kg} \times \text{m} \times \text{m}$	E (50Hz) Ws	Anzahl Stopps 1/min von 50 Hz.	E (100 Hz) Ws	Anzahl Stopps 1/min von 100 Hz.	Stopzeit [s] (50 Hz) 100% Moment	Stopzeit [s] (100 Hz) 100% Moment
5001	0,75	0,00210	0,00420	52,0	254,0	207,9	63,5	0,069	0,277
5002	1,1	0,00320	0,00640	79,2	166,7	316,8	41,7	0,072	0,288
5003	1,5	0,00430	0,00860	106,4	124,0	425,7	31,0	0,071	0,284
5004	2,2	0,00690	0,01380	170,8	77,3	683,1	19,3	0,078	0,311
5005	3	0,00820	0,01640	203,0	65,0	811,8	16,3	0,068	0,271
5006	4	0,01200	0,02400	297,0	44,4	1188,0	11,1	0,074	0,297
5008	5,5	0,01800	0,03600	445,5	29,6	1782,0	7,4	0,081	0,324
5011	7,5	0,02300	0,04600	569,3	23,2	2277,0	5,8	0,076	0,304

■ Wahl eines Bremswiderstands

Bremswiderstände von Danfoss für Horizontalanwendungen sind für die in den nachstehenden Tabellen angegebene Leistung ausgelegt.

In Parameter 402 wird die Bremsleistungsgrenze eingestellt. Sie wird entsprechend der Beschreibung in der VLT 5000 Betriebsanleitung berechnet. Die maximal einzusetzenden Werte müssen folgendermaßen berechnet werden:

Für 200-240 V-Geräte: $P = 397^2 \times \text{max. Lastzyklus/R}$

Für 380-500 V-Geräte: $P = 822^2 \times \text{max. Lastzyklus/R}$

200-240 V-Geräte

VLT-Typ	Motor [kW]	Widerstand [ohm]	Wert	Bestell-Nr.	Max. Lastzyklus [%]	Max. Grenze in Par. 402 [kW]
5001	0,75	150	150 Ω 100 W	175U1005	14,0	0,2
5001	0,75	150	150 Ω 200 W	175U0989	40,0	0,4
5002	1,1	100	100 Ω 100 W	175U1006	8,0	0,1
5002	1,1	100	100 Ω 200 W	175U0991	20,0	0,3
5003	1,5	72	72 Ω 200 W	175U0992	16,0	0,4
5004	2,2	47	50 Ω 200 W	175U0993	9,0	0,3
5005	3	35	35 Ω 200 W	175U0994	5,5	0,3
5005	3	35	72 Ω 200 W	2 x 175U0992 ^{*1}	12,0	0,6
5006	4	25	50 Ω 200 W	2 x 175U0993 ^{*1}	11,0	0,7
5008	5,5	20	40 Ω 200 W	2 x 175U0996 ^{*1}	6,5	0,5
5011	7,5	13	27 Ω 200 W	2 x 175U0995 ^{*1}	4,0	0,5

380-500 V-Geräte

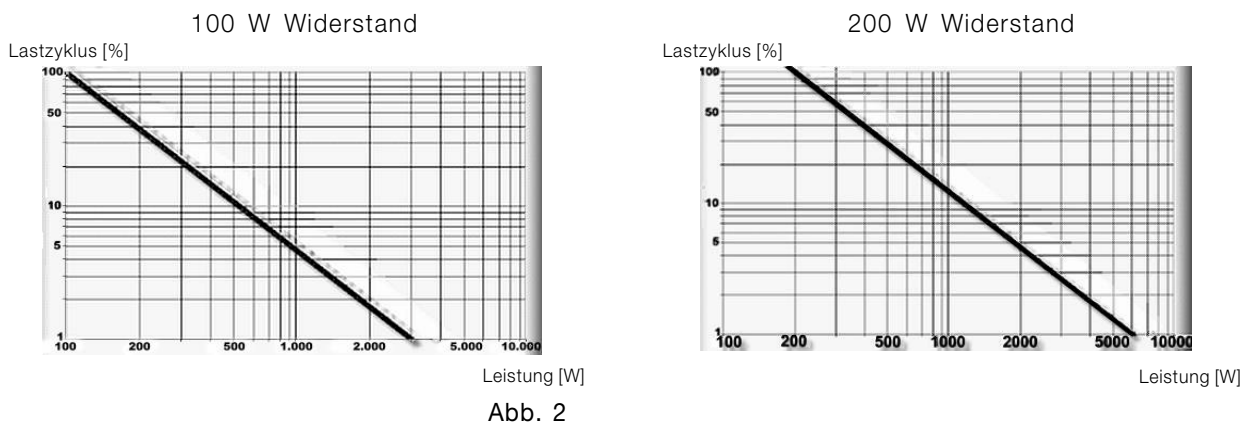
VLT-Typ	Motor [kW]	Widerstand [ohm]	Wert	Bestell-Nr.	Max. Lastzyklus [%]	Max. Grenze in Par. 402 [kW]
5001	0,75	630	620 Ω 100 W	175U1001	14,0	0,2
5001	0,75	630	620 Ω 200 W	175U0982	40,0	0,4
5002	1,1	430	430 Ω 100 W	175U1002	8,0	0,1
5002	1,1	430	430 Ω 200 W	175U0983	20,0	0,3
5003	1,5	320	310 Ω 200 W	175U0984	16,0	0,3
5004	2,2	215	210 Ω 200 W	175U0987	9,0	0,3
5005	3	150	150 Ω 200 W	175U0989	5,5	0,3
5005	3	150	300 Ω 200 W	2 x 175U0985 ^{*1}	12,0	0,5
5006	4	120	240 Ω 200 W	2 x 175U0986 ^{*1}	11,0	0,6
5008	5,5	82	160 Ω 200 W	2 x 175U0988 ^{*1}	6,5	0,5
5011	7,5	65	130 Ω 200 W	2 x 175U0990 ^{*1}	4,0	0,4

*1: Parallelschaltung zweier Widerstände

■ Allgemeine technische Daten

Max. zulässige Betriebsspannung	V_B	$\leq 700 \text{ VAC}$ $\leq 1000 \text{ VDC}$	
Isolationsspannung	V_{ISO}	$\leq 4000 \text{ V}$	
Gehäusetemperatur	$J_{Gehäuse}$	$\leq 250 \text{ °C}$	freie Belüftung
Masse	m	ca. 280 g ca. 550 g	klein 100 W groß 200 W
Gehäuse		IP54	

■ Impulsbelastung



■ Einstellung der Bremsfunktion

Zur Benutzung der Bremsfunktion müssen einige Parameter eingestellt werden. Es muß immer die Grundeinstellung durchgeführt werden. Für Überwachung der Bremsfunktion, Schutz von Bremswiderstand und Brems-IGBT sowie Anzeige der Bremsleistung sind weitere Einstellungen möglich.

Grundeinstellung

Zur Aktivierung der Bremsfunktion muß ein Parameter eingestellt werden.

- Aktivierung der Bremsfunktion
 - Parameter 400 (Bremsfunktion/Überspannungssteuerung) auf *Mit Bremswiderstand* [1] einstellen.

Leistungsüberwachung

Zur Überwachung der Bremswiderstandsleistung müssen folgende Einstellungen vorgenommen werden:

- Bremswiderstandswert einstellen.
 - Parameter 401 auf den aktuellen Bremswiderstandswert [Ohm] einstellen.
- Grenze der im Bremswiderstand umgesetzten Leistung einstellen.
 - Parameter 402 auf die maximal zulässige während 120 s im Bremswiderstand umgesetzte Leistung [kW] einstellen.

- Leistungsüberwachungsfunktion wählen.

- Parameter 403 auf *Warnung* [1] oder *Abschaltung* [2] einstellen.
- Wird die Schaltung nach Abb. 4 verwendet, so ist Parameter 323 auf *Bremsfehler* [30] einzustellen.

Die Überwachungsfunktion berechnet die im Bremswiderstand umgesetzte Leistung. Die Leistung wird auf Basis des Bremswiderstandswerts in Ohm (Parameter 401), der Zwischenkreisspannung und der Widerstands-Betriebszeit berechnet.

Überschreitet die während 120 s umgesetzte Leistung 100% der Überwachungsgrenze (Parameter 402), und *Warnung* [1] (Parameter 403) ist gewählt, so wird eine Warnung angezeigt. Die Warnung verschwindet, wenn die Leistung unter 80% sinkt. Wurde *Abschaltung* [2] (Parameter 403) gewählt, so schaltet der Frequenzrichter ab und gibt beim Erreichen der Leistungsgrenze einen Alarm.

Wird die Leistungsüberwachung auf *Aus* [0] oder *Warnung* [1] gesetzt, so bleibt die Bremsfunktion aktiv, auch wenn die Überwachungsgrenze überschritten wird. Dies kann zur thermischen Überlastung des Widerstands führen, und der Widerstand könnte dabei zerstört werden.

Bremsprüfung

Zum Schutz von Bremswiderstand und IGBT während des Betriebs kann eine Bremsprüffunktion aktiviert werden.

- Aktivierung der Bremsprüfung
 - Je nach gewünschtem Schutz Parameter 404 auf *Warnung* [1] oder *Abschaltung* [2] setzen.

Wird *Aus* [0] gewählt, so werden Bremswiderstand und Brems-IGBT auf Kurzschluß im Betrieb überwacht. Bei Kurzschluß wird eine Warnung gegeben.

Wird *Warnung* [1] gewählt, so werden Bremswiderstand und Brems-IGBT auf Kurzschluß überwacht, und beim Einschalten wird geprüft, ob der Bremswiderstand vom VLT getrennt wurde.

Bei Wahl von *Abschaltung* [2] schaltet der Frequenzrichter ab und gibt einen Alarm (Abschaltblockierung), wenn der Bremswiderstand kurzgeschlossen bzw. getrennt ist oder Brems-IGBT kurzgeschlossen ist.

Das Ergebnis der Bremsprüfung kann über die Ausgänge 42, 45, 01 (Relais) oder 04 (Relais) angezeigt werden.

Schutzigenschaften

Zum Schutz der Installation kann einer der Ausgänge des Antriebs zur Steuerung einer Schutzschaltung verwendet werden. Anschluß siehe Abschnitt *Installation, Elektrisch* (S.8).

- Einen der Ausgänge 42, 45, 01 (Relais) oder 04 (Relais) (Parameter 319, 321, 323 oder 326) auf *Bremsfehler* [30] setzen.

Bei einem Bremsfehler wird der Ausgang und damit die Schutzschaltung aktiviert.

Anzeige der Bremsleistung

Zur Anzeige der Bremsleistung Parameter folgendermaßen einstellen:

- Mittlere Bremsleistung während der letzten 2 min.
 - Parameter 009, 010, 011 oder 012 auf *Bremsleistung/2 min* [23] einstellen.
- Momentane Bremsleistung
 - Parameter 009, 010, 011 oder 012 auf *Bremsleistung/sec* [24] einstellen

Für große Anzeige Parameter 009, für kleine Anzeige Parameter 010, 011 oder 012 einstellen.

Gleichspannungsbremse

Zur Erhöhung der Bremsleistung bei geringer Drehzahl kann die Gleichspannungsbremse verwendet werden.

- Die Gleichspannungsbremse setzt ein, wenn die Ausgangsfrequenz unter eine eingestellte Einschaltfrequenz sinkt und kein Startsignal vorhanden ist. Einschaltfrequenz für Gleichspannungsbremse definieren. Parameter 127 auf die gewünschte Einschaltfrequenz der Gleichspannungsbremse einstellen,
 - oder Gleichspannungs-Bremsfunktion durch Aktivieren von Digitaleingang 27 steuern. Logisch null aktiviert die Bremse. Digitaleingang 27 für Gleichspannungsbremse invers definieren. Parameter 304 auf *Gleichspannungsbremse invers* [3] setzen.

Die Gleichspannungsbremse kann über den Bus gesteuert werden. Siehe Parameter 504.

Die Leistung der Gleichspannungsbremse kann durch Änderung von Parameter 125 (Gleichspannungsbremsstrom) und 126 (Gleichspannungsbremszeit) optimiert werden.

■ Installation

Mechanisch

Der Bremswiderstand kann auf verschiedene Arten am oder neben dem VLT montiert werden.

Buchformat-VLT's können auf dem Gehäuse des Bremswiderstands montiert werden. Siehe Abbildung.

Bei Kompaktgeräten besteht die Möglichkeit den Bremswiderstand mittels eines Befestigungswinkels neben den VLT zu montieren.



ACHTUNG!

Der Bremswiderstand muß auf nicht flammbarem Material montiert werden.

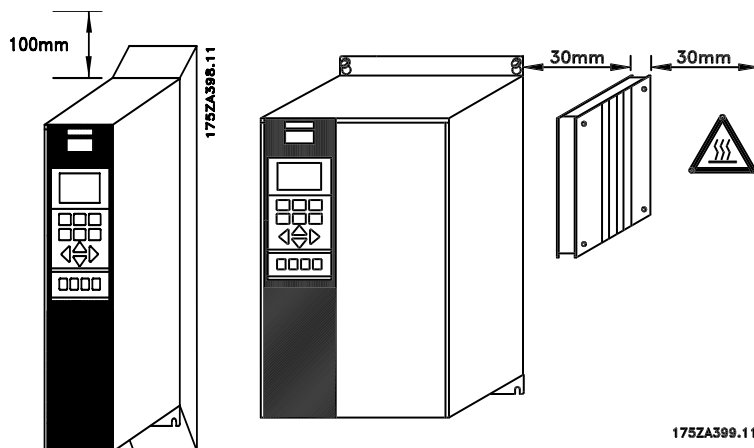


Abb. 3

Mechanische Abmessungen und erforderliche Abstände

Elektrisch

Der Bremswiderstand wird an den Klemmen 81 und 82 angeschlossen.

Zum sicheren Schutz der Installation sollte ein thermisches Überstromrelais verwendet werden, das den Frequenzumrichter abschaltet, wenn der Bremsstrom zu hoch wird. Siehe Anleitung MI50Dxyy (x = Version, yy = Sprache).

Alternativ können die eingebauten Überwachungsfunktionen benutzt werden, siehe S. 7 *Schutzigenschaften*. Zum Überlastungsschutz von Antrieb und Bremswiderstand kann ein Trennschalter in der Netzversorgung verwendet werden. Einer der Relaisausgänge am VLT 5000 ist für einen Alarm bzw. eine Warnung eingestellt und steuert die Abschaltung. Bei Alarm bzw. Warnung wird die Netzspannung abgeschaltet.

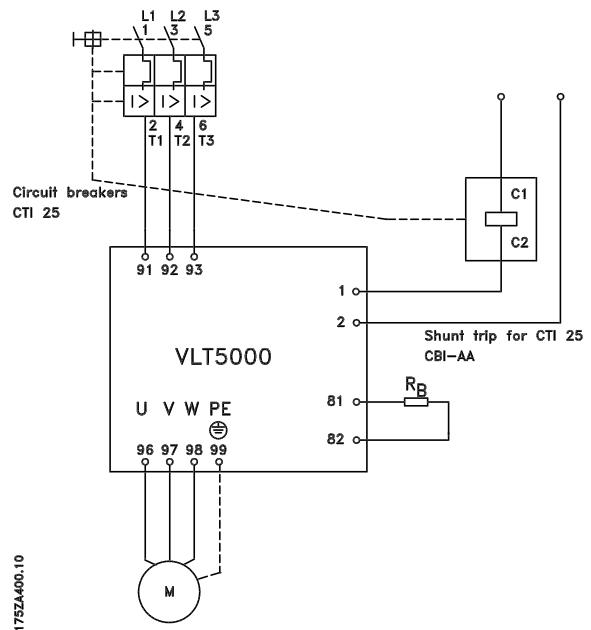
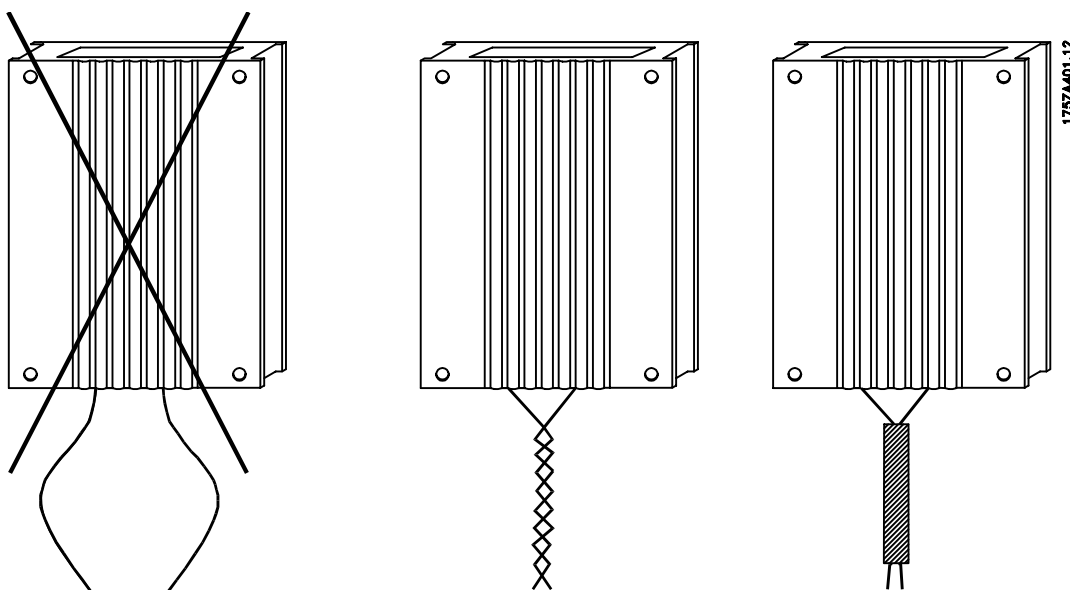


Abb. 4
VLT 5000 mit integrierter Überwachung

EMV (verdrillte Kabel/Abschirmung)

Zur Reduzierung der von der Leitung zwischen Bremswiderstand und Frequenzumrichter abgestrahlten Störungen muß die Leitung verdrillt werden.

Für ein verbessertes EMV-Verhalten kann eine Metall-Abschirmung verwendet werden. Diese ist nicht im Lieferumfang enthalten.



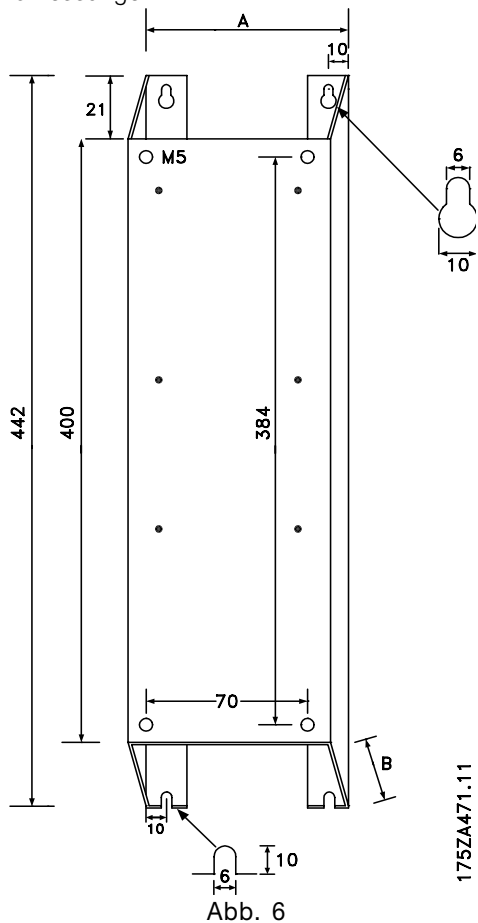
Verdrillte kabel

Abschirmung

Abb. 5

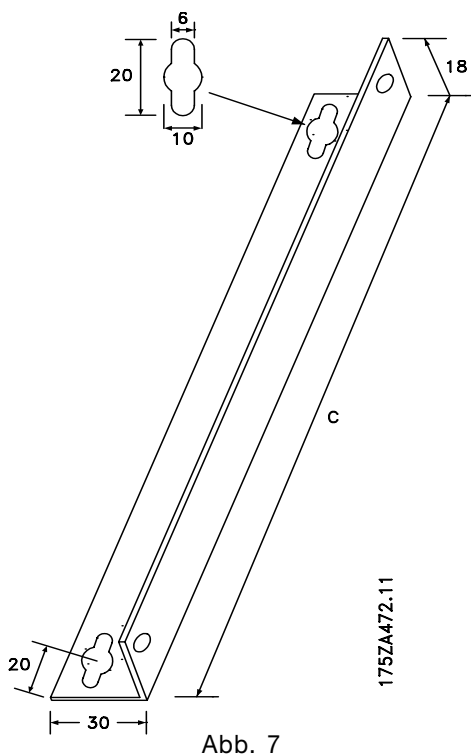
■ Montage des Bremswiderstandes zwischen VLT und Schaltschrankmontageplatte

Alle Abmessungen in mm.



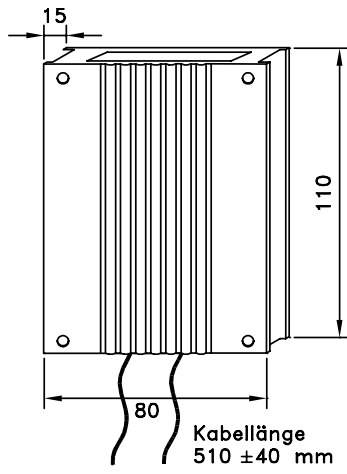
	175U0002 Schlank - 1 Widerstand	175U0003 Breit - 2 Widerstände	175U0004 Schlank - 2 Widerstände
A	90	130	90
B	65	65	38
	Für VLT 5001-5005 in Buch-format	Für VLT 5006-5011 in Buch-format	Für VLT 5001-5005 in Buch-format

■ Montage des Bremswiderstandes neben dem VLT



	175U0009 für 200 W Widerstand	175U0011 für 100 W Widerstand
C	110	216

Abmessungen - 100 W:



175ZA407.11

Abmessungen - 200 W:

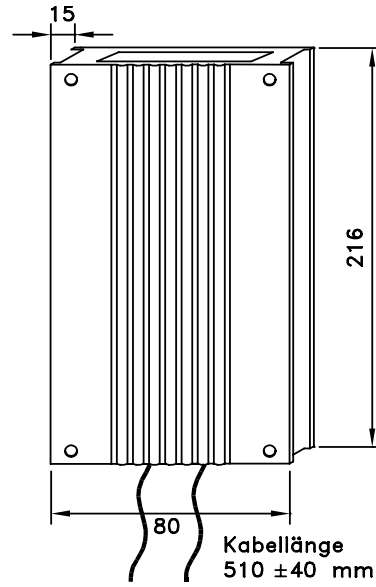


Abb. 8

