

IGBT-Gleichstromsteller-Antriebsausrüstung für
Stadtbahn-Gelenktriebwagen M6-NF C und M8C der
Betriebe der Stadt Mülheim an der Ruhr



IGBT-Chopper Drive Unit for
Articulated Tramcars M6-NF C and M8C of
Betriebe der Stadt Mülheim an der Ruhr

Druckschrift-Nr.
Leaflet No.

00 MH 2 DE



Die Betriebe der Stadt Mülheim an der Ruhr (BTMH) verfügen über ein 43,7 km langes Straßenbahn-Meterspur-Liniennetz. Ein wesentlicher Bestandteil des Fahrzeugparks sind 1998 die 11 Stadtbahn-Gelenktriebwagen des Typs M6 S bzw. M8 S der DUEWAG.

Auf diese relativ modernen Fahrzeuge wird auch in Zukunft nicht verzichtet werden können. Die Triebwagen bleiben daher mittelfristig erhalten und werden umfassend modernisiert. Gleichzeitig werden die Fahrzeuge des Typs M6 S durch Einfügen eines Niederflur-Mittelteils von der Mittenwalder Gerätebau GmbH behindertengerecht modernisiert. Es galt für diese Fahrzeuge:

- den Wartungsaufwand zu reduzieren
- Energie einzusparen
- die Traktionsmotoren zu schonen
- den Anforderungen eines modernen Fahrbetriebes gerecht zu werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, hat KIEPE ein Konzept ausgearbeitet, das als Kern einen modernen, kompakten Gleichstromsteller (Chopper) in IGBT-Technik als Ersatz für die vorhandene Schützensteuerung vorsieht. Die Traktionsmotoren werden beibehalten. Insbesondere zeichnet sich dieses Gerät durch die deutliche Reduzierung von Gewicht und Volumen gegenüber herkömmlicher GTO-Thyristor-Technik aus. Die Ausrüstung wurde redundant ausgeführt, d.h. jedem Antriebsmotor ist ein separater Gleichstromsteller mit zugehörigem Fahr-Brems-Regler zugeordnet. Daneben wurde ein neuer statischer Bordnetzrichter (BNU 417) zur Deckung des gesteigerten Leistungsbedarfs des Bordnetzes vorgesehen.

Vorteile der relativ neuen IGBT-Technik (IGBT = Insulated Gate Bipolar Transistor), insbesondere im Vergleich zur bisher eingesetzten Thyristor-Technik sind der einfachere Aufbau des Choppers, eine nahezu leistungslose Ansteuerung der IGBT's sowie die höhere Taktfrequenz. Die höhere Taktfrequenz hat zur Folge, daß auf eine Motorzusatzdrossel verzichtet werden kann, die Gewicht, Volumen und Kosten spart. Somit stellt der IGBT-Gleichstromsteller eine sehr moderne und zukunftsweisende Antriebstechnik für die kostengünstige Modernisierung vorhandener Fahrzeuge mit klassischer Widerstands-Steuerung dar. Der Gleichstromsteller wird durch einen elektronischen Mikroprozessor-Fahr-/Bremsregler gesteuert.

Anfahr-Widerstände entfallen vollständig, da der Motorstrom nicht mehr über die Schütze gesteuert wird, sondern der Gleichstromsteller dem Netz nur den Strom (durch Takten) entnimmt, der der wirksamen Antriebsleistung der Motoren entspricht. Beim Bremsen werden, wie bisher, die Motoren als Generatoren geschaltet, speisen aber die Energie, dank elektronischer Regelung, nicht mehr auf Widerstände, sondern direkt ins Netz zurück. Lediglich für den Fall, daß das Netz nicht aufnahmefähig ist, und bei Gefahrbremsungen werden die Bremswiderstände, die auf dem Dach untergebracht sind, benötigt.

Die Antriebsausrüstung ist mit dem einfach zu bedienenden KIEPE-Diagnose-System ausgestattet, das mittels handelsüblichem PC eine Vielzahl von Betriebsdaten liefert und auch die Fehlersuche wesentlich vereinfacht (siehe hierzu auch Druckschrift-Nr. 44 DH 2 DE).

The one-meter gauge tramway network of the „Betriebe der Stadt Mülheim an der Ruhr“ (BTMH, i.E. Mülheim Transit Authority) is 43.7 km long. Included in the rolling stock in 1998 are 11 articulated tramcars of type M6 S respect. M8 S of the manufacturer DUEWAG.

As these tramcars are essential means of transportation, they therefore will be retrofitted and modernised extensively for a medium-term period. Additionally, the vehicles of type M6 S will be retrofitted to the standard for transport of handicapped persons through integration of a low-floor middle section by the company Mittenwalder Gerätebau GmbH. The intentions to be achieved for these vehicles are:

- reducing maintenance
- saving energy
- protecting the traction motors
- meeting the requirements of a contemporary public transport system.

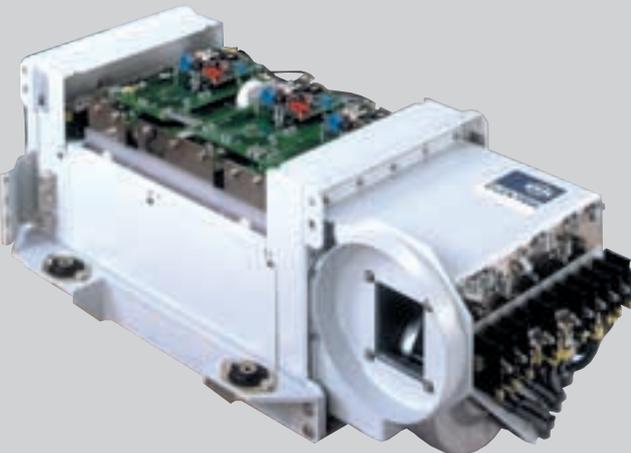
In order to achieve these objectives, KIEPE developed a concept, which is based on the application of a modern compact IGBT technology chopper replacing the existing contactor control. The existing traction motors don't need to be changed. A clear reduction in weight and volume as compared to the conventional GTO thyristor technology particularly speaks well for this device. The equipment was designed redundantly, i.e. each traction motor is combined with a separate chopper including a drive/brake control unit. Additionally, a new static on-board supply converter (BNU 417) was provided to cover the increased demand for energy of the on-board supply.

In comparison to the thyristor technology, the new IGBT technology (Insulated Gate Bipolar Transistor) offers the advantages of a simple design, triggering with low losses and a higher clock frequency. Due to the higher clock frequency, the additional motor choke is not needed any more, which results in saving weight, volume and costs. Thus, the IGBT chopper presents a very modern and trend-setting propulsion system and an economical modernisation measure for existing vehicles with conventional DC power control. The chopper is controlled by an electronic microprocessor drive/brake controller.

Drive resistors become completely unnecessary, as the motor current is no longer controlled by the contactors. The chopper supplies the motor with just the power actually required for the present performance by pulsing the line voltage. For braking operations, the motors will still work as generators and, with the help of electronic control, they now regenerate the current back into the line, and not into the resistors. However, if the line is not receptive and in case of emergency braking, then energy is directed into the brake resistors, which are located on the roof.

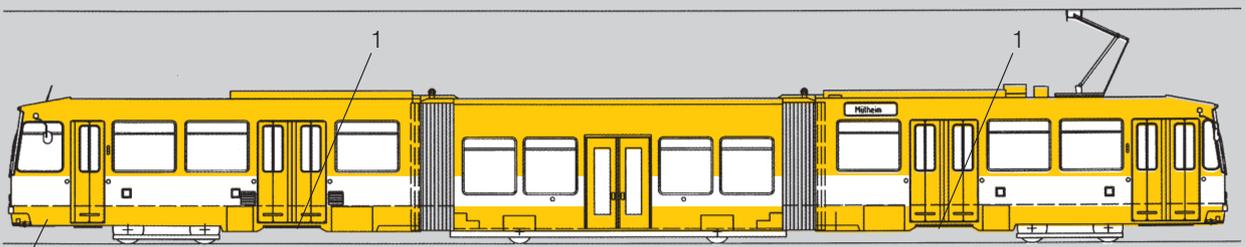
The drive unit is equipped with the easy operated KIEPE diagnostic system which, by means of a common PC, offers the possibility to register a variety of operating data and essentially facilitates troubleshooting and localising faults (see also leaflet no. 44 DH 2 DE).

IGBT Gleichstromsteller GAA
IGBT chopper GAA

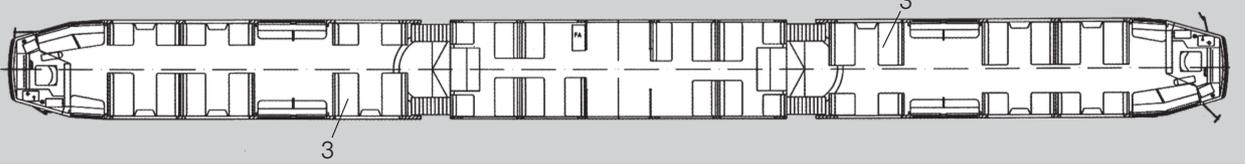


IGBT Modul
IGBT module

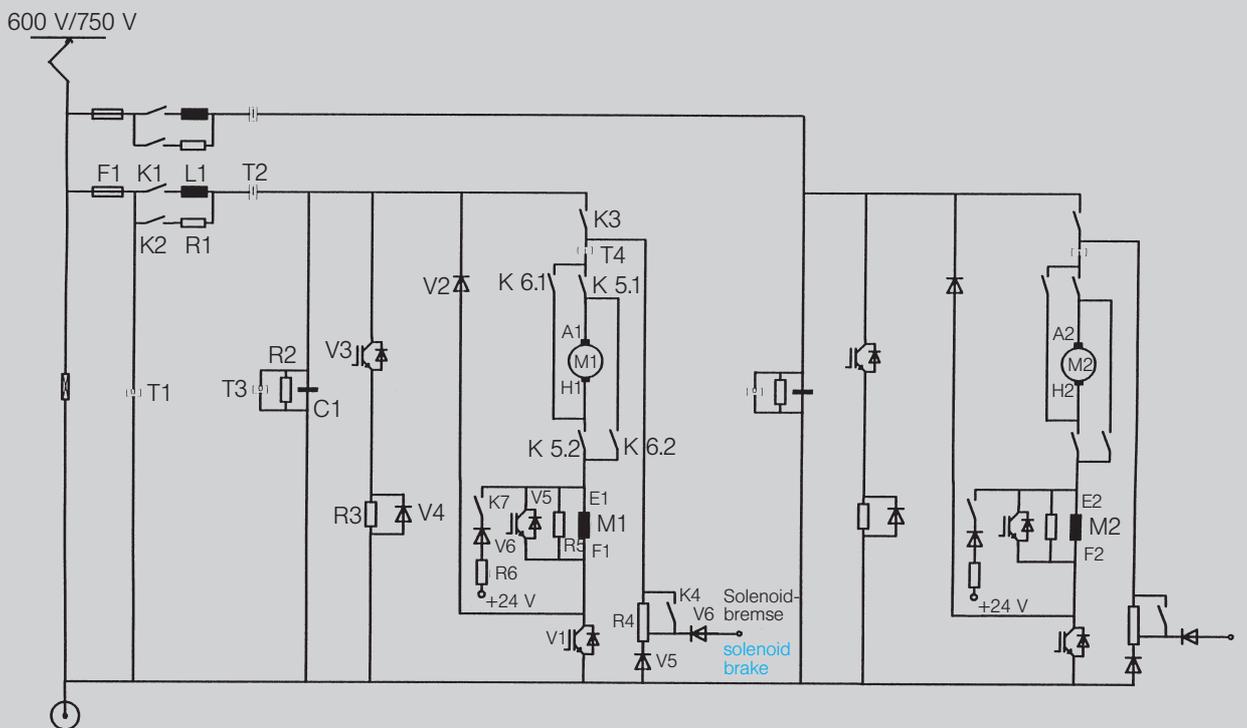




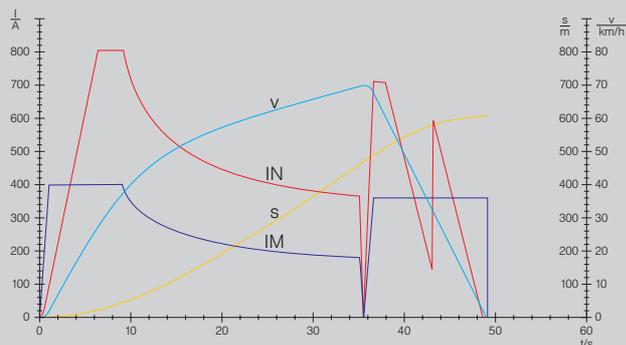
- 1 IGBT-Gleichstromsteller GAA
 - 2 Statischer Bordnetzumrichter BNU
 - 3 Elektronischer Fahr-Brems-Regler EFB
- 1 IGBT chopper GAA
 - 2 Static on-board supply converter BNU
 - 3 Electronic Drive/brake control unit EFB



Hauptstromlaufplan
General circuit diagram

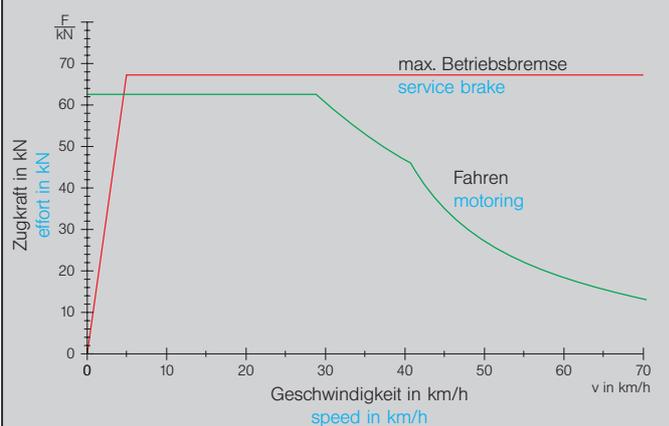


Fahrschaubild für besetztes Fahrzeug
Running curves of loaded vehicle



- IN Netzstrom
 - IM Motorstrom
 - v Geschwindigkeit
 - s Weg
 - t Zeit
- IN Line current
 - IM Motor current
 - v Speed
 - s Distance
 - t Time

Zug- und Bremskraftverlauf
Traction and braking effort



Technische Daten des Typs M6-NF C

Bauart	Sechssachsiger Straßenbahn-Zweirichtungs-Gelenktriebwagen mit Niederflur-Mittelteil
Typ	M6-NF C
Spurweite	1.000 mm
Höchstgeschwindigkeit	70 km/h
Anfahrbeschleunigung	1,3 ms ⁻²
Bremsverzögerung (2/3 beladen)	1,3 ms ⁻²
Gefahrbremsung (2/3 beladen)	2,57 ms ⁻²
Spannungsversorgung	DC 600/750 V (+20 %, -30 %)
Radsatzfolge (nach DIN 30052)	B'+ 1'1'+ B'
Fahrzeuglänge über Kupplung	28.720 mm
Wagenkastenlänge über Blech	28.340 mm
Wagenkastenbreite über Blech	2.300 mm
Wagenkastenhöhe über SO	3.346 mm
Drehgestell-Radsatzabstand	1.800 mm
Fahrzeugmasse (nach DIN 25008)	35.900 kg
Sitzplätze	56 + 2
Stehplätze (4 Personen/m ²)	89
Raddurchmesser (neu/abgenutzt)	681/590 mm
Getriebeübersetzung	5,67 : 1

Fahrmotoren-Steller

Typ	2 IGBT-Gleichstromsteller (Chopper)
Eingangsspannung	GAA 104
Ausgangsleistung	DC 600/750 V (+20 %, -30 %)
Ausführung	200 kW 100 % ED
Aufbau	direkt am Netz betriebener Chopper
Kühlung	Unterflur-Container
Merkmale	Zwangsbelüftung durch Lüfter mit AC-Motor – kompakte Bauweise durch IGBT-Technik – Ankerstromsteller – Feldstromsteller – ruckfreies Anfahr- und Bremsverhalten, sowie Übergang in den Feldschwächbereich – geringe Stellerverluste – kombinierte Nutz- und Widerstandsbremse – Blockierung der Netzurückspeisung bei Netzunterspannung oder Netzkurzschluß – netzunabhängige Bremsvorerregung – redundante Ausführung

Steuergerät

Typ	2 Elektronische Fahr-Brems-Regler
Aufbau	EFB 407
Kühlung	2-zeiliger 19"-Einschub
Anschlußspannung	natürliche Konvektion
Ausführung	DC 24 V (+25 %, -30%) Betriebsablaufsteuerung über Mikroprozessor (16 bit) – Schleuder-/Gleitschutz – Netzstrombegrenzung – kontinuierlicher Überwachung der Netzaufnahmefähigkeit bei Netzurückspeisung – redundante Ausführung – Ereignis-/Fehlerspeicher – Betriebsdatenerfassung/Diagnose/Fehleranalyse mittels PC

Fahrmotoren

Typ	2 längsliegende DC-Reihenschlußmotoren
Bemessungsleistung	1 KB 2021-5 MB 02
Bemessungsleistung	150 kW
Bemessungsspannung	DC 600 V
Bemessungsstrom	280 A
Bemessungsdrehzahl	1.200 min ⁻¹
max. Drehzahl	3.500 min ⁻¹

Bordnetz

Eingang	statischer Bordnetzrichter BNU 417 in Modulbauweise mit IGBT-Technik
Ausgänge	DC 600/750 V (+25 %, -30 %) – 3 AC 400/230 V, 7,5 kVA – DC 24 V, 230 A einstellbar

Technical Data for Type M6-NF C

Type of vehicle	6-axle articulated two-directional tramcar with low-floor middle section
Type	M6-NF C
Rail gauge	1,000 mm
Maximum speed	70 km/h
Acceleration	1.3 ms ⁻²
Deceleration (2/3 loaded)	1.3 ms ⁻²
Emergency braking (2/3 loaded)	2.57 ms ⁻²
Line voltage	DC 600/750 V (+20%, -30%)
Wheel set (according to DIN 30052)	B'+1'+1'+B'
Vehicle length over coupling	28,720 mm
Car body length	28,340 mm
Car body width	2,300 mm
Car body height over rail surface	3,346 mm
Bogie wheel distance	1,800 mm
Weight (according to DIN 25008)	35,900 kg
Seating	56 + 2
Standing (4 persons/m ²)	89
Wheel diameter (new/worn)	681/590 mm
Gear ratio	5.67 : 1

Traction Control

Typ	2 IGBT-choppers
Input voltage	GAA 104
Output	DC 600/750 V (+20%, -30%)
Typ	200 kW continuous
Construction	chopper directly fed by line voltage
Cooling	underfloor container
Characteristics	forced ventilation by fan with AC motor compact IGBT technology – armature current controller – field controller – no jerks when starting and braking, as well as transfer into field-weakening area – low controller losses – combined regenerative and rheostatic brake – blocking of recuperation in case of undervoltage or short circuit of line – off-line brake pre-excitation – redundant design

Control Unit

Typ	2 electronic drive/brake control units
Construction	EFB 407
Cooling	2-storey 19"-rack
Supply	natural convection
Typ	DC 24 V (+25%, -30%) control by microprocessor (16 bit) of: – wheel slip/slide protection – line current limitation – recuperation with continuous supervision of line receptivity – redundant design – data/fault memory – recording of service data/diagnosis/faults by means of a PC

Traction Motors

Typ	2 horizontally arranged DC series-wound motors
Rated output	1 KB 2021-5 MB 02
Rated voltage	150 kW
Rated current	DC 600 V
Rated speed	280 A
Maximum speed	1,200 min ⁻¹
	3,500 min ⁻¹

On-board supply

Input	static converter BNU 417 module of IGBT technology
Outputs	DC 600/750 V (+25%, -30%) – 3 AC 400/230 V, 7,5 kVA – DC 24 V, 230 A adjustable

Änderungen vorbehalten.

Subject to change without notice.



KIEPE ELEKTRIK

KIEPE ELEKTRIK GmbH & Co. KG
D-40555 Düsseldorf (Germany) · Postfach 13 05 40
Telefon +49 (0) 2 11 7497-0 · Telefax +49 (0) 2 11 7497-300
info@KIEPE-ELEKTRIK.com · www.KIEPE-ELEKTRIK.com