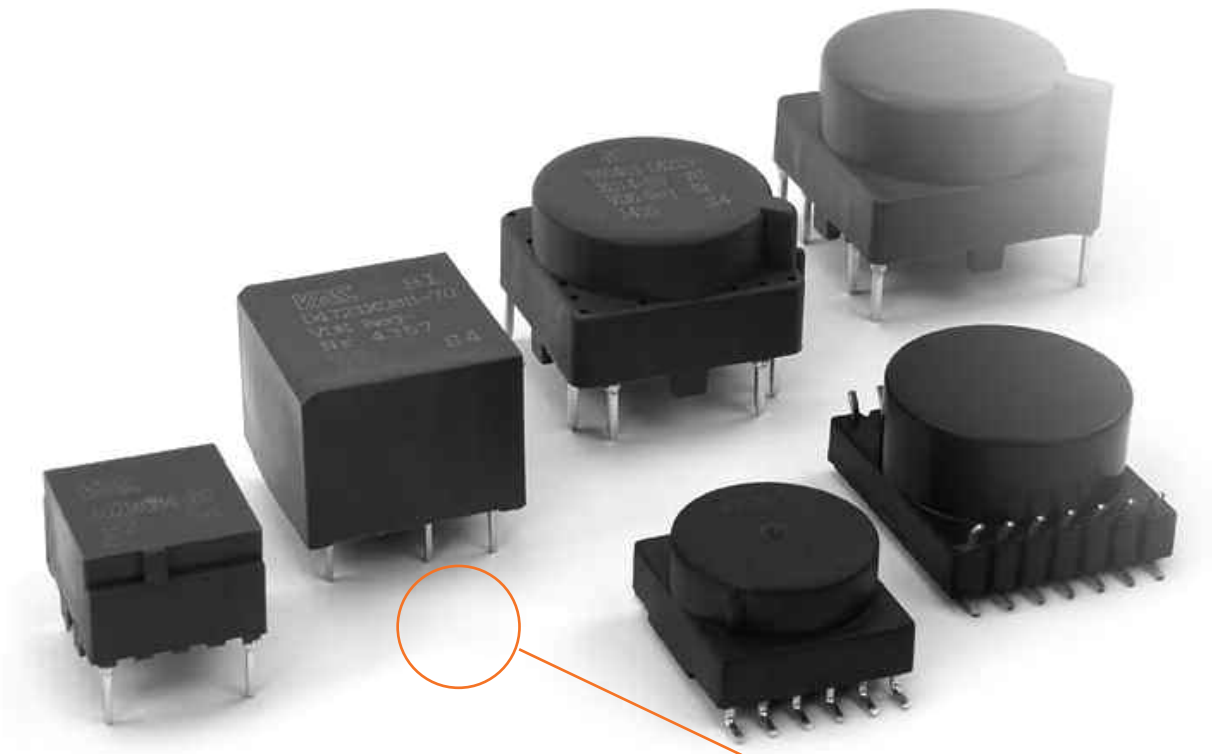
ANSTEUER-ÜBERTRAGER



DER FORTSCHRITT BEGINNT BEIM WERKSTOFF

VACUUMSCHMELZE

DAS UNTERNEHMEN

VACUUMSCHMELZE

Der Fortschritt beginnt beim Werkstoff

Advanced Materials - The Key to Progress

进步始于先进的材料

VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG ist einer der weltweit führenden Hersteller von metallischen Spezialwerkstoffen und daraus veredelter Produkte. Dieses breite Spektrum hochwertiger Halbzeuge, Teile, Bauelemente, Komponenten und Systeme findet seine Anwendungen in nahezu allen Bereichen der Elektrotechnik und Elektronik. Somit sind wir eines der wenigen global tätigen Unternehmen, das seinen Kunden die komplette Bandbreite der Magnettechnik aus einer Hand bietet – von weichmagnetischen Produkten bis hin zu den stärksten Dauermagneten der Welt.

Bei all unseren Aktivitäten kommt uns unsere ausgeprägte Werkstoffkompetenz und jahrzehntelange Erfahrung in Sachen Magnettechnik zu Gute. So haben wir bereits im Jahre 1923 als erstes Unternehmen das Erschmelzen von Legierungen unter Vakuum in industriellem Maßstab eingeführt – daher auch der Name VACUUMSCHMELZE.

Wir sind ein international agierendes Unternehmen. Der Firmensitz ist in Hanau, doch verteilen sich unsere über 4500 Mitarbeiter heute auf Fertigungs- und Vertriebsstandorte in über 40 Ländern auf allen Kontinenten und sorgen für einen jährlichen Umsatz von rund 350 Millionen Euro.

Vielseitigkeit ist unsere Stärke. Alle wichtigen internationalen Schlüsselindustrien setzen auf die Erzeugnisse und die Kompetenz der VACUUMSCHMELZE. Die Hauptabnehmer kommen aus der Antriebs- und Installationstechnik, über Medizintechnik, regenerative Energien, Automatisierungs-, Verfahrens- sowie Mess- und Regeltechnik bis hin zur Automobil- und Luftfahrtindustrie. Die maßgeschneiderten Lösungen der VAC werden in enger Zusammenarbeit mit den Kunden entwickelt und spiegeln die hohe Werkstoff- und Anwendungskompetenz verbunden mit neuester Fertigungstechnologie wider.

Einführung

Die Leistungselektronik hat in den vergangenen Jahren die Technik der elektrischen Energieerzeugung, -verteilung und -umsetzung entscheidend geprägt. Über moderne Leistungshalbleiter ist es möglich, elektrische Energie verlustarm, schnell und sicher zu steuern und umzuformen. Wesentlich beteiligt an dem Fortschritt auf diesem Gebiet sind abschaltbare Leistungshalbleiter wie: IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistors), MOSFETs (Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor) und GTOs (Gate Turn Off Thyristors). VAC Produkte helfen dabei Leistungshalbleiter effizient und sicher zu schalten und Leistungen verlustarm zu übertragen.

VAC Ansteuerübertrager für Leistungshalbleiter finden weite Verbreitung in Anwendungsgebieten wie:

- Solar-Wechselrichter
- Umrichter für Windenergie-Anlagen
- Umrichter für Netzeinspeisung, z. B. für erneuerbare Energien oder Frequenzumrichter mit Energierückgewinnung
- Umrichter mit hohen Ausgangsfrequenzen
- Servoantriebe mit hoher Schaltfrequenz für schnelle Regelungen
- Elektrische Antriebe aller Leistungsklassen
- Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV)
- Schaltnetzteile
- Regelungs- und Messtechnik
- Werkzeugmaschinen
- Elektrische Fahrzeuge
- Schweißgeräte
- Medizintechnik

Besonders im Bereich der erneuerbaren Energien werden hohe Anforderungen an Effizienz, Langlebigkeit und Robustheit gegenüber Umwelteinflüssen gestellt.

Frequenzumrichter mit IGBTs

IGBT dienen in Frequenzumrichtern höherer Leistung dazu, einen Eingangswechselstrom mit einer Frequenz (Netzfrequenz 50 Hz oder 60 Hz) in eine Ausgangsspannung variabler Frequenz und Amplitude umzusetzen. Mit dieser Spannung wird dann z.B. ein Drehstrommotor angetrieben (s. Abb. 1).

Dabei wird der Netzstrom zunächst in einen Gleichstrom umgewandelt (Gleichrichter oder engl. AC-to-DC converter). Diesen Stromkreis nennt man Zwischenkreis. Typische Zwischenkreisspannungen sind 600 V oder 1200 V. Aus dem Zwischenkreis wird durch einen Wechselrichter (engl. DC-to-AC inverter) die regelbare Ausgangsspannung erzeugt. Im Gleich- und Wechselrichter werden jeweils mehrere IGBT (zusammen mit Dioden, Kondensatoren) in sog. Brückenschaltungen betrieben, die von diversen Herstellern als IGBT-Module angeboten werden.

In Solarwechselrichtern dagegen wird der Gleichstrom aus den Solarpanelen als Zwischenkreis verwendet, aus dem mit einem Wechselrichter der 50/60 Hz-Strom in das öffentliche Netz eingespeist wird (s. Abb. 2).

An den IGBT liegen einerseits die oben genannten hohen Zwischenkreisspannungen an. Die IGBT werden angesteuert durch eine Niederspannung (typ. +/-10…20 V), die in einer Meß- und Regeleinheit zur Verfügung gestellt wird. Für den Anwender muss sichergestellt sein, dass die hohen Spannungen nicht auf die Niederspannungsseite der Regeleinheit gelangen. Daher muss eine galvanische Trennung der Stromkreise, die Sicherheitsprüfungen standhalten muss, erfolgen.

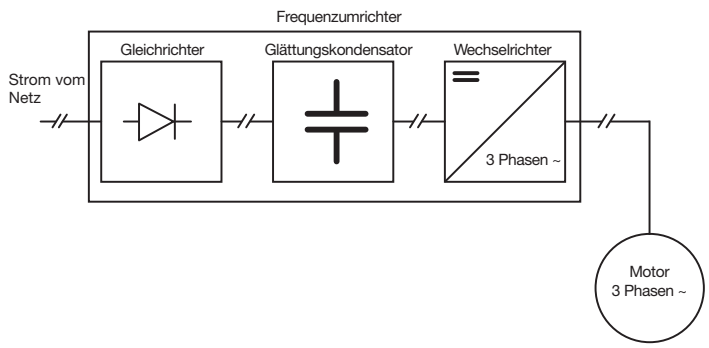


Abb. 1: Frequenzumrichter mit Gleich- und Wechselrichter zur Motoransteuerung

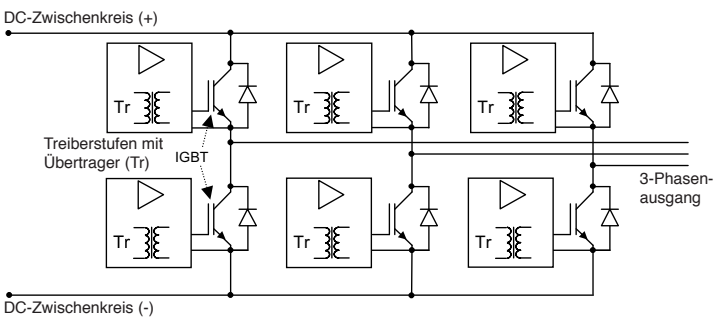


Abb. 2: Prinzipschaltbild eines 3-phasigen Wechselrichters mit DC-Zwischenkreis (ZK); im Fall eines Solarwechselrichters speisen die Solarpanele den ZK und der 3-Phasenausgang ist an das öffentliche Netz angeschlossen.

Ansteuerübertrager übernehmen diese Funktion der sicheren elektrischen Trennung der beiden Stromkreise. Die erforderlichen Hochspannungsprüfungen werden in den entsprechenden internationalen Normen (z. B. IEC 61800-5-1, IEC 61558-2, IEC 62109, UL508C, UL1741) beschrieben.

Seit 1974 liefert VAC Ansteuerübertrager für den effizienten Betrieb getakteter Schaltungen in nahezu allen Bereichen der Elektronik, wie Motorsteuerungen, Umrichter für Windenergie-Generatoren, Stromversorgungen, Solarwechselrichter und elektrische Bahnen.

Vorteile von VAC-Übertragern

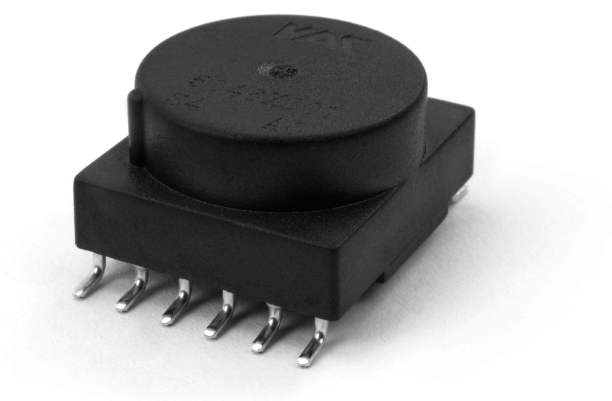
Höhere Schaltfrequenzen, höhere Sperrspannungen und Leistungen der Halbleiterschalter haben Auswirkungen auf die Ansteuerung für ein sicheres und einfaches Schalten. Übertrager sorgen für die sichere galvanische Trennung und gleichzeitige Signal- und/oder Energieübertragung für die Halbleiter-Treiberstufen.

An die Übertrager wird eine Reihe von Forderungen gestellt:

- hohe Isolationsfestigkeit
- kleine Koppelkapazitäten -> hohe Störsicherheit
- kompakte Bauformen
- kleine Streuinduktivitäten -> hohe Impulsgenauigkeit
- Übertragung von Leistung
- großer Umgebungstemperatur-bereich (z. B. -40 °C bis +105 °C)
- nationale und internationale Normen, z. B. EN 50178, IEC 61800, UL508, IEC 62109, UL1741…

Eigenschaften der Übertrager:

- 1200 V DC bei SMD; PTH bis 8,5 kV_{eff}
- geringe Windungszahl
- SMD-Lösungen möglich
- geringe Windungszahl; hohe Permeabilität
- typisch 2 bis 20 Watt
- geringe und lineare Temperatur-abhängigkeit der Permeabilität
- Auslegung entsprechend der jeweiligen Normen, Prüfungen (Serien, Typ) zur Sicherstellung der Eigenschaften



Magnetisierungskurve und Permeabilität

Je nach Anforderungen eignen sich unterschiedliche Werkstoffe für die Kerne. Im Vergleich zu Ferrit zeichnen sich nanokristalline Werkstoffe im besonderen durch eine schmale Hystereseschleife mit niedrigem Remanenzverhältnis (B_r / B_{sat}) und hoher Sättigungsinduktion aus, wie in Abb. 3 gezeigt. Damit bleiben die Kernverluste auch bei Schaltfrequenzen von mehreren hundert Kilo-Hertz gering.

Die hohe Aussteuerbarkeit bis 1 Tesla erlaubt es, Übertrager mit kleineren Kernen und geringeren Windungszahlen aufzubauen. Dadurch können die Streuinduktivität und die Koppelkapazität verkleinert werden. Dies führt zu hervorragender Impulstreue, was eine fehlerfreie Anschaltung der Halbleiter ermöglicht.

Die kompaktere Bauform der Übertrager führt zu einem geringeren Platzbedarf auf der Platine.

Kerne aus dem nanokristallinen Werkstoff VITROPERM® weisen zudem eine hohe Linearität der Permeabilität gegenüber der Temperatur auf, während Ferrite das in Abb. 4 dargestellte Verhalten zeigen.

Die Induktivität bzw. die Magnetisierungsströme sind damit nahezu unabhängig von der Temperatur, was eine präzise Signalübertragung über einen weiten Temperaturbereich (typ. -40 °C … +120 °C) erlaubt.

Magnetisierungskurve

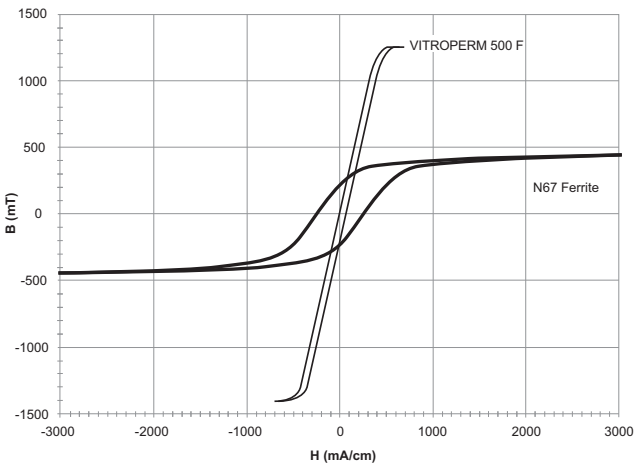


Abb.3: B(H) Magnetisierungskurve von VITROPERM 500F im Vergleich zu einem typischen Ferrit. Deutlich sind die Unterschiede bzgl. B_S: 1,2 T bei VITROPERM 500F gegenüber 0,43 T bei Ferrit.

Permeabilität: Temperaturabhängigkeit

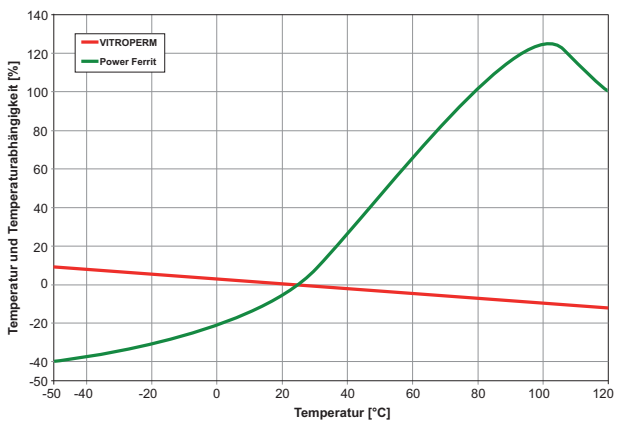


Abb.4: μ(T) Temperaturbeständigkeit der Permeabilität von VITROPERM 500F im Vergleich zu einem typischen Ferrit

Ausgangsprüfungen

Die Ansteuerübertrager werden bei der Endkontrolle zu 100 % auf Spannungsfestigkeit gemäß den in den Datenblättern angegebenen Werten geprüft. Je nach Anforderungen kann eine Teilentladungsprüfung durchgeführt werden. Diese Prüfung (Messung der Teilentladungs-Aussetzspannung U_{ta}, engl. partial discharge voltage) wird durch die relevanten Normen und die auftretenden Spannungen bestimmt. So ist zur Erfüllung der Norm IEC 61800-5-1 auf eine 20 % höhere Glimmaussetzspannung zu prüfen im Vergleich zur europäischen Norm EN 50178.

Die Spannungs-Zeit-Fläche wird mit einer Impulsprüfung an einigen Bauteilen pro Los beurteilt (AQL).

Zusätzlich werden Typprüfungen im Datenblatt angegeben. Typprüfungen werden von einigen Normen gefordert und werden im Gegensatz zu Serienprüfungen z.B. bei höheren Spannungen, mit längerer Prüfdauer oder mit definierten Hochspannungsimpulsen durchgeführt. Typgeprüfte Bauteile werden nicht ausgeliefert, da die schärferen Prüfbedingungen Vorschädigungen hervorrufen können. Typprüfungen dienen der Designüberprüfung und einer zusätzlichen Absicherung der Isolierfestigkeit.

VITROPERM® ist eingetragenes Warenzeichen der VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG.

VAC bietet ein breites Spektrum von Standardtypen an, die in den folgenden Tabellen gezeigt werden. Die Übertrager sind nach der Isolierspannung (U_{is}) gruppiert. Neue Varianten finden Sie auf unserer Homepage unter www.vacuumschmelze.de.

Isolierspannung bis 380 V_{eff}

VAC-Produkt	Aus-führung	ü	∫Udt	L_P	L_S	C_k	U_P	U_{is}	Abmessungen		
									L	B	H
			µVs	mH	µH	pF	kV_{eff}	kV_{eff}	mm	mm	mm
T60403-D4097-X055	PTH	1:1:1	200	6,5	0,3	33	3,1	0,38	14,8	16,6	13,5
T60403-D4097-X058	PTH	1:1:1	260	11	0,35	38	3,1	0,38	14,8	16,6	13,5
T60403-D4097-X064	PTH	1:1,5:1,5	200	2	12	9	3,1	0,38	14,8	16,6	13,5
T60403-D4097-X071	PTH	1:2:2	150	0,37	0,3	90	3,1	0,38	14,8	16,6	13,5
T60403-D4099-X005	PTH	1:1:1	150	2,7	0,3	25	3,1	0,38	16,6	14,8	13,5
T60403-D4099-X006	PTH	1:1:1:1	125	2,4	0,25	28	3,1	0,38	16,6	14,8	13,5
T60403-A4025-X060	PTH	1:1,2:1,2	15	0,3	0,4	15	3,1	0,38	14	9	15
T60403-D4097-X059	PTH	1:1:1	50	0,6	0,25	27	3,1	0,38	14,8	16,6	13,5
T60403-D4097-X063	PTH	1:1:1	260	10	0,5	8	3,1	0,38	14,8	16,6	13,5
T60403-D4215-X022	PTH	1:1:1	500	5	0,9	110	4	0,38	21	21	13,5
T60403-D4721-X012	PTH	1:1	250	1,4	4	110	2,5	0,22	17	17,8	13,5
T60403-F4025-X142	PTH	1:1:1	130	0,8	0,48	91	2,5	0,38	13,2	16,6	10

ZEICHENERKLÄRUNG

∫Udt = Mindestwert der Spannungszeitfläche an der Primärwicklung bei unipolarem Betrieb

ü = Übersetzungsverhältnis

L_p = Induktivität der Primärwicklung (Richtwert)

L_s = Streuinduktivität der Primärwicklung N bei Kurzschluss einer Sekundärwicklung (Richtwert)

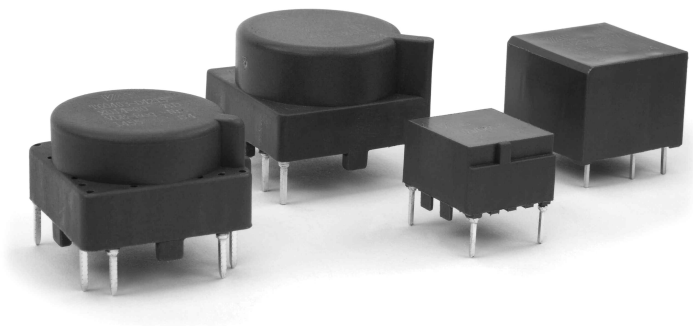
C_k = Koppelkapazität zwischen Primär- und Sekundärwicklungen (Richtwert)

U_{is} = Isolierspannung (Betriebsspannung) Effektivwert zwischen Primär- und Sekundärwicklungen

U_p = Prüfspannung, Effektivwert 50 Hz zwischen Primär- und Sekundärwicklungen

PTH = für Durchsteckmontage

SMD = für Oberflächenmontage



Isolierspannung bis 500 V_{eff}

VAC-Produkt	Aus-führung	ü	∫Udt	L_P	L_S	C_k	U_P	U_{is}	Abmessungen		
									L	B	H
			µVs	mH	µH	pF	kV_{eff}	kV_{eff}	mm	mm	mm
T60403-A4021-X081	PTH	1:1,125	20	0,07	15,5	5	2,5	0,5	12,5	14	10
T60403-A4025-X062	PTH	1:1,2	20	0,5	6	6	3,1	0,5	13,2	16,6	10
T60403-D4615-X007	PTH	1:1:1:1	320	1,7	1	100	4,5	0,5	21	21	13,5
T60403-D4721-X002	PTH	1:1	500	3,6	250	5,5	3,1	0,5	17	17,8	13,5
T60403-D4721-X103	PTH	1:2:2	250	0,85	50	7	3,6	0,5	17	17,8	13,5
T60403-F4021-X088	PTH	1:1,3:1,3	15	0,25	0,2	15	5	0,48	21	21	13,5
T60403-A4025-X046	PTH	1:1:1	7,5	0,015	3	5	3,1	0,5	23,3	16,1	25,4
T60403-D4097-X052	PTH	1:1	260	11	0,45	37	3,1	0,5	14,8	16,6	13,5
T60403-D4215-X014	PTH	1:1:1	170	1,3	0,5	30	4	0,5	20	20	14,5
T60403-F4215-X025	PTH	1:1,4:1,4	200	0,9	5	5	4	0,5	21	21	13,5
T60403-D4721-X001	PTH	1:1:1	250	0,85	28	6	3,6	0,5	17	17,8	13,5
T60403-D4721-X003	PTH	1:1	250	0,85	70	4,7	4	0,5	17	17,8	13,5
T60403-D4721-X005	PTH	2:1	250	3,4	75	5	3,1	0,5	17	17,8	13,5
T60403-D4721-X006	PTH	1:1:1	500	3,1	110	6,5	3,1	0,5	17	17,8	13,5
T60403-D4721-X007	PTH	3:1:1	250	7,6	68	5,5	3,1	0,5	17	17,8	13,5
T60403-D4721-X042	PTH	1:1	250	0,85	70	4,7	4	0,5	17	17,8	13,5
T60403-D4721-X048	PTH	1:1	600	5	360	10	4	0,5	17	17,8	13,5
T60403-D4721-X106	PTH	1:1	500	3,6	290	6	3,1	0,5	17	17,8	13,5
T60403-D4615-X010	PTH	1:1,4:1,4	280	1,7	1	100	4	0,4	21	21	13,5
T60403-D4215-X177	PTH	1:1:1	300	9,25	0,35	80	3,2	0,42	21	20,4	16,5

Isolierspannung 600 V_{eff} bis 2000 V_{eff}

VAC-Produkt	Aus-	ü	∫Udt	L_P	L_S	C_k	U_P	U_{is}	Abmessungen		
	führung								L	B	H
			µVs	mH	µH	pF	kV_{eff}	kV_{eff}	mm	mm	mm
T60403-F4097-X070	PTH	1,5:1	150	1,215	10	25	3,1	0,9	14,8	16,6	13,5
T60403-F4185-X040	PTH	1:1:1	520	5,5	2	100	5	0,6	27,5	27,6	20
T60403-D4721-X004	PTH	1:1:1	250	0,85	28	6	3,6	0,75	17	17,8	13,5
T60403-D4096-X009	PTH	1/1:1/1	40	0,9	10	7	5	0,75	14,8	16,6	13,5
T60403-D4097-X051	PTH	1:1	100	1,7	0,3	20	3,1	0,7	14,8	16,6	13,5
T60403-F4097-X062	PTH	1:1,65/1,65	16	0,06	0,6	6	6	2	14,8	16,6	13,5
T60403-F4185-X016	PTH	3,1:1:1	800	8,5	70	11	4	1	27,5	27,6	20
T60403-D4215-X030	PTH	1:1:1	500	5	0,8	63	3,5	0,6	21	21	13,5
T60403-D4615-X053	PTH	1:1:1	250	1,7	1	35	5	0,6	22,5	22,5	16,5
T60403-D4615-X054	PTH	1:1,2:1,2	250	1,7	1	35	5	0,6	22,5	22,5	16,5
T60403-D4721-X037	PTH	2:1	250	3,97	75	8	4	0,6	17	17,8	13,5
T60403-D4721-X063	PTH	2,3:1	200	4,5	50	7	3,1	1	17	17,8	13,5
T60403-D4802-X087	PTH	4:1	2500	3	18	58	16	8,35	61	74	90
T60403-F5046-X007	SMD	1:1:1	85	1,40	0,3	13	4,5	1,0	15,2	15,0	9,1

Technische Hinweise

Die Anforderungen an die Übertragereigenschaften können recht verschiedenartig sein. Sie sind von der Verwendung im vorliegenden Schaltungsprinzip abhängig. In Abb. 5 oben wird die gemeinsame Signal- und Leistungsübertragung veranschaulicht.

Im unteren Teilbild wird ein anderes Prinzip dargestellt: die getrennte Übertragung von Signal und Leistung mittels Stromversorgung (power supply) und PWM-Stufe. Als Alternative zur galvanischen Trennung mittels Signalübertrager kann auch ein Optokoppler verwendet werden. Jedoch können sich damit Nachteile ergeben in Hinblick auf die Signalqualität, z.B. bei hohen du/dt-Spannungsflanken. Auch höhere Temperaturen und andere Umwelteinflüsse können sich ungünstig auswirken auf z.B. die Spannungsfestigkeit, die Langlebigkeit oder Drift des Halbleitermaterials.

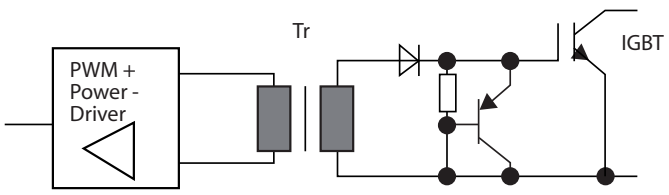
Im Einzelnen kommt es in Treiberschaltungen vor allem auf Parameter an wie die Eingangsspannung an der Primärwicklung, die Taktfrequenz und das Übersetzungsverhältnis.

VAC-Ansteuerübertrager bieten eine hohe Zuverlässigkeit und Stabilität der elektrischen Eigenschaften. Mehrere Sekundärwicklungen erlauben ferner eine einfache, gleichzeitige Versorgung mehrerer IGBTs.

Insbesondere Gegentaktschaltungen lassen sich durch die kompakten Übertrager mit nanokristallinen Ringkernen sehr platzsparend aufbauen.

Schaltungsprinzipien

Drive transformer (Signal + Power)



Drive transformer (Signal) + Drive transformer (Power)

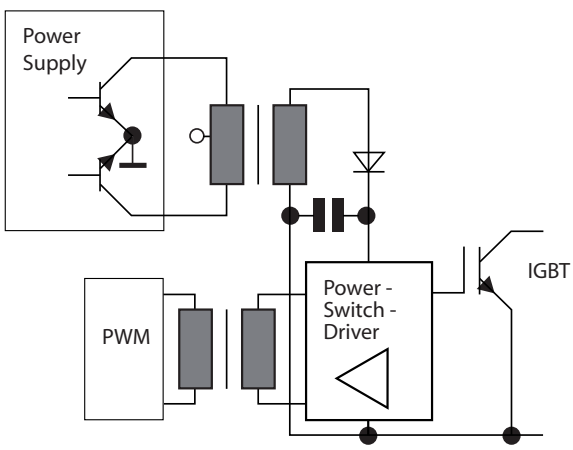


Abb. 5: Signal- und Energieübertragung durch unterschiedliche Treiberstufen

Neue Schaltungsprinzipien, z.B. Drei-Level-Topologie

IGBT-Module mit Drei-Level-Topologie bieten Vorteile für Anwendungen im kW-Bereich. Die erforderliche Spannungsfestigkeit der Halbleiter ist geringer im Vergleich zu herkömmlichen Schaltungskonzepten, wodurch die Komponenten kompakter werden können.

Generell erfordern Multi-Level-Topologien eine größere Anzahl von Ansteuerübertragern, sodass kompaktere Bauformen mit Ringkernen aus nanokristallinen Werkstoffen an Bedeutung gewinnen.

Neuere Halbleitertypen (z.B. SiC), die bei höheren Frequenzen und/oder höheren Spannungen arbeiten, beeinflussen schon jetzt die Anforderungen an die Übertrager. Die Spannungsfestigkeit hängt wie bei allen Topologien von der Schaltung und der genauen Funktion ab. Spezielle Isolations- und Vakuumverguß-Techniken von VACUUMSCHMELZE ermöglichen ein kompaktes und langlebiges Übertragerdesign.

Wichtige Auswahlkriterien für Übertrager

Anliegende Spannungen und Isolation

Im Allgemeinen ist bei der Auswahl von Ansteuerübertragern zunächst die im Betrieb dauerhaft auftretende Spannungsbeanspruchung zwischen den Primär- und Sekundärwicklungen zu betrachten. Diese Spannung wird in den Datenblättern der Ansteuerübertrager als Isolierspannung U_{is} bezeichnet. Parameter wie Prüfspannung, Teilentladungsspannung sowie Luft- und Kriechstrecken werden durch die Isolierspannung bestimmt. Je nach Anwendung können zusätzlich zwischen den Sekundärwicklungen Spannungsunterschiede auftreten, die in der Bauelementeauslegung berücksichtigt werden müssen. In einigen Normen (z.B. IEC 61800-5-1) ist die System- oder Netzspannung wichtig zur Festlegung der Isolation im Übertrager.

Induktivität

Eine hohe Induktivität, wie sie die Ansteuerübertrager der VACUUMSCHMELZE aufweisen, sorgt für kleine Magnetisierungsströme und somit für geringes Absinken des Ansteuerimpulsstroms.

Streuinduktivität

Streuinduktivitäten sind ein Maß für eine gute magnetische Kopplung der Wicklungen. Eine geringe Streuinduktivität gewährleistet Steuerimpulse mit hoher Steilheit und Formtreue.
Gerade bei der Reihen- oder Parallelschaltung von IGBTs werden hohe Anforderungen an die Stromsteilheit gestellt, was niedrigste Streuinduktivitäten erfordert. Dies wird begünstigt durch geringe Windungszahlen, wie sie durch Kerne mit hoher Sättigungsinduktion erreicht werden.

Spannungszeitfläche

Die Spannungszeitfläche $\int Udt$ beschreibt das größtmögliche Spannungs-Zeit-Integral an der Primärwicklung im Leerlauf bei unipolarem Betrieb (Abb. 6). Die Spannungszeitfläche bestimmt die Aussteuerung des Übertragerkerns bei Rechteckimpulsen näherungsweise nach dieser Formel: $\int Udt = U/2f$

Bei unipolarer Betriebsweise wird eine Hälfte der Hystereseschleife durchlaufen, wie in Abb. 7 skizziert. Bei bipolarer Ansteuerung kann mit dem doppelten Wert der Spannungszeitfläche gerechnet werden, da die komplette Hystereseschleife durchlaufen wird.

Koppelkapazität

Unsere Ansteuerübertrager zeichnen sich aufgrund hoher Permeabilität und geringer Windungszahl durch kleine Koppelkapazität aus. Sie werden zwischen der Primär- und der/den Sekundärwicklung/en gemessen.
Gerade beim schnellen Schalten von IGBTs wird eine hohe Störsicherheit gefordert, um dort die durch Verschiebeströme bedingten Fehlzündungen in den Impulspausen oder auch Rückwirkungen auf die Steuerseite zu vermeiden. Aufgrund der vorliegenden kleinen Koppelkapazitäten kann bei unseren Ansteuerübertragern auf elektrostatische Schirmwicklung verzichtet werden.

Übersetzungsverhältnis

Dieses ergibt sich durch die verfügbare Eingangsspannung (z.B. 15 V) und den benötigten Ausgangsspannungen an mehreren Wicklungen. Typische Verhältnisse sind 1 : 1; 1 : 1 : 1 (eine Primär- und zwei Sekundärwicklungen) oder 1 / 1 : 1 / 1 wobei beide Wicklungen eine Mittenanzapfung haben.

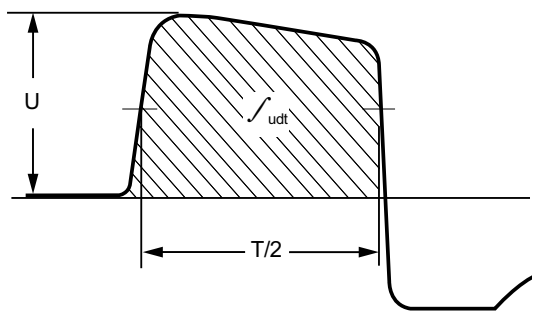


Abb. 6: Zur Erläuterung der Spannungszeitflächen

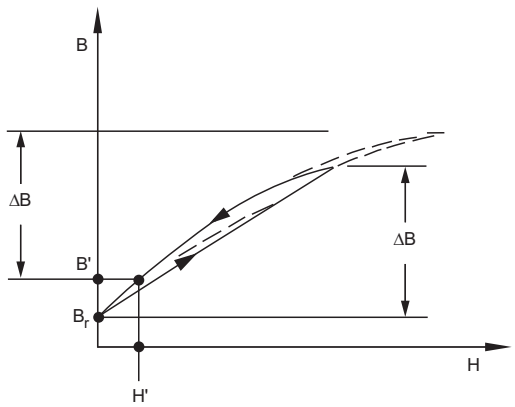


Abb. 7: Hystereseschleifen bei Impulsmagnetisierung

VACUUMSCHMELZE GMBH & CO. KG

GRÜNER WEG 37
D 63450 HANAU / GERMANY
TELEFON +49 6181 38 0
FAX +49 6181 38 2645
INFO@VACUUMSCHMELZE.COM
WWW.VACUUMSCHMELZE.COM

VAC SALES USA LLC

2935 DOLPHIN DRIVE / SUITE 102
42701 ELIZABETHTOWN KY / USA
TELEFON +1 270 769-1333
FAX +1 270 765 3118
INFO-USA@VACUUMSCHMELZE.COM

VACUUMSCHMELZE SALES OFFICE SINGAPUR

61 KAKI BUKIT AVENUE 1
#04-16 SHUN LI INDUSTRIAL PARK
SINGAPORE 417943
TELEFON (+65) 63 91 26 00
FAX (+65) 63 91 26 01
VACSINGAPORE@VACUUMSCHMELZE.COM

VACUUMSCHMELZE CHINA MAGNETICS

SHANGHAI SALES OFFICE
ROOM B, 11F, QIAN JIANG TOWER NO. 971
DONGFANG ROAD, PUDONG DISTRIBUTE
SHANGHAI, PRC 200122
P.R. CHINA
TELEFON (+86) 21 / 58 31 98 37
FAX (+86) 21 / 58 31 99 37
ELTON.LU@VACUUMSCHMELZE.COM

PKB - Ansteuerübertrager Ausgabe 2011

© VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG 2011. Alle Rechte vorbehalten.

VITROPERM® ist eingetragenes Warenzeichen der VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG. Gewähr für die Freiheit von Rechten Dritter leisten wir nur für die Produkte selbst, nicht für Anwendungen, Verfahren und für die mit den Erzeugnissen realisierten Schaltungen. Mit den Angaben werden Produkte spezifiziert, nicht Eigenschaften zugesichert. Liefermöglichkeiten und technische Änderungen vorbehalten.

VACUUMSCHMELZE

DER FORTSCHRITT BEGINNT BEIM WERKSTOFF