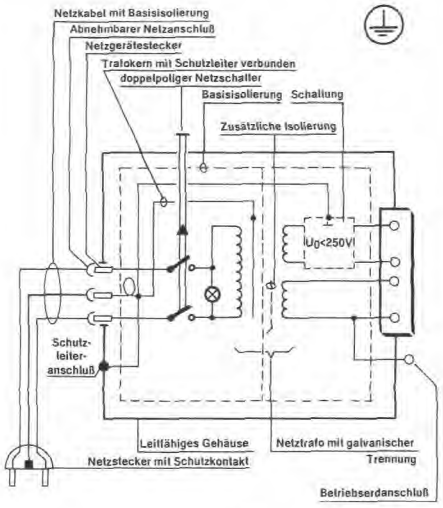
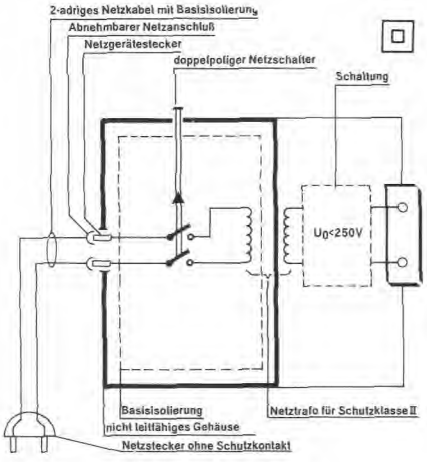
Die Vorschriften

Alle elektronische Geräte müsen so konstruiert sein, daß sie die Bedingungen der Deutschen Industrie Norm DIN IEC 100 ff erfüllen. Die Vorschriften sollen der Gefahr eines elektrischen Schlages bei bestimmungsgemäßen Gebrauch und im Fehlerfall vorbeugen. Dazu muß die Berührung von Teilen, die spannungsführend sind oder bei einem Fehler der Isolation spannungsführend werden können, durch den Einsatz von Kapselung oder Abdeckungen oder durch das Anbringen dieser Teile an unzugänglichen Stellen ausgeschlossen werden. Eine Alternative stellt die Beschränkung von *Spannungen und* Strömen an Teilen, die absichtlich oder zufällig berührt werden können, durch eine Spannungs- und oder Strombegrenzung oder Erdung dar.
Die Höhe des Stroms, der für den Körper gefährlich werden kann, schwankt von Mensch zu Mensch je nach Art des Anschlüsses anden Körper, der Frequenz und die Zeitspanne des *Stromflusses.*
Geräte mit Netzspannungsanschluß können in drei Schutzklassen eingeteilt werden.



Klasse I

Geräte der **Schutzklasse 1** sind dadurch gekennzeichnet, das ihre berührbaren leitfähigen Teile, die im Falle des Versagens der Basisisolierung berührgefährlich werden können , mit dem *Schutzleiter des Netzes verbunden sind.*
Ein zusätzlicher Schutz ist dadurch gegeben, daß alle berührbaren leitfähigen Teile an den Schutzleiter der festverlegten Installation (grün/gelbes Kabel), eventuell durch ein flexibles Kabel angeschlossen sind. So kann kein Teil beim Ausfall der Basisisolierung spannungsführend werden. Besitzt das Gerät eine abnehmbare Anschlußleitung, muß auch der Gerätestecker einen voreilenden Schutzkontakt besitzen.
Der grün-gelbe Schutzleiter darf niemals für andere Aufgaben als der des Schutzleiters verwendet werden und keinen kleineren Querschnitt als die Versorgungsleiter haben. Zusätzlich zu dieser Maßnahme können Geräte der Schutzklasse I Teile mit doppelter oder verstärkter Isolierung enthalten. Auch Teile, die mit Schutzkleinspannung oder durch Schutzimpedanz geschützt sind (wenn leitfähige Teile berührt werden müssen) sind möglich.



Klasse II

Auch bei Geräten der **Schutzklasse II**, bei denen die Möglichkeit *eines* Schutzleiteranschlusses fehlt, hängt der Schutz nicht nur von der Basisisolierung ab, sondern auch von zusätzlichen Maßnahmen. Eine mögliche Maßnahme kann die Verwendung eines im wesentlichen zusammenhängenden Gehäuses aus nichtleitenden Material sein, das alle leitfähigen Teile umfaßt. Berührbare Schilder, Schrauben oder Nieten müssen in gleicher Qualität gegen spannungsführende Teile isoliert sein.

Wird das Gerät dagegen in einem im wesentlichen zusammenhängenden leitfähigen Gehäuse untergebracht, muß beim Netzteil durchweg eine doppelte Isolierung angewendet werden. Eine Ausnahme stellt die verstärkte Isolierung dar, allerdings muß eine doppelte Isolierung in diesem Fall unmöglich sein. Natürlich können auch Kombinationen zwischen isolierenden und leitenden Gehäusen eingesetzt werden, die diese Bedingungen erfüllen.
Es ist unzulässig, die Zusatzisolation durch nichtleitende Schrauben, *Muttern oder ähnliche Montageteile erreichen zu* wollen. Bei einer möglichen Reparatur könnte es durch Vertauschung zur Aufhebung der Zusatzisolation kommen.
Geräte mit der **Schutzklasse III**

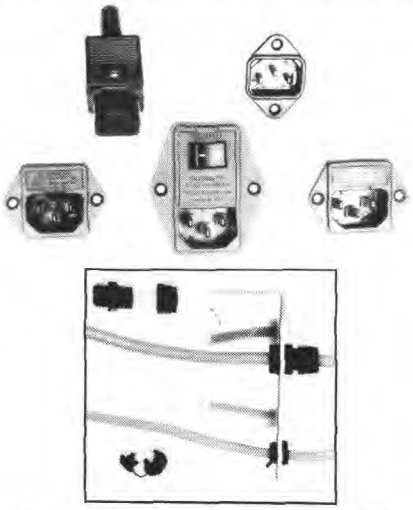


werden ausschließlich aus besonders zuverlässigen Stromquellen mit Schutzkleinspannung gespeist. Ortsveränderliche Transformatoren müssen schutzisoliert und Gemäß DIN VDE 0551 ausgeführt sein. Aktive Teile (die betriebsmäßig Spannung führen) dürfen nicht mit dem Schutzleiter, der Erde oder mit aktiven Leitern anderer Stromkreise verbunden sein. Stecker an Geräten der Schutzklasse III dürfen keinen Schutzleiteranschluß haben und dürfen nicht in Steckdosen für höhere Spannungen passen.
Wenn die Versorgungsspannung unter 25 V Wechselspannung oder unter 60 V Gleichspannung liegt, kann sogar auf jeden Schutz gegen direkte Berührung verzichtet werden. Geräte der Schutklasse III, die mit Spannungen bis 50 VAC oder 120 VDC betrieben werden (das ist die Maximalspannung für Geräte der Schutzklasse III), müßen mit einem Schutz gegen direktes Berühren versehen sein. Die Netzteile aller drei Schutzklassen müssen zusätzlich zur Basisisolierung mit einer weiteren, den Anforderungen der jeweiligen Schutzklasse, entsprechenden Schutzmaßnahme versehen sein.

Praktische Hinweise

■ Netzdurchführung

In der Praxis betreffen diese Sicherheitsvorschriften vor allem den Umgang mit der 230-V-Netzspannung. Oberstes Gebot sollte es sein, die netzspannungsführenden Teile so kompakt und stabil wie möglich zu halten. Dies kann durch komplette Netzspannungsgerätestecker, wie sie im Foto zu sehen sind,



erreicht werden. Diese Stecker sind mit und ohne Schutzleiteranschluß und teilweise mit integrierter Sicherung und Netzschalter ausgestattet. Verzichtet man auf diese Netzspannungsgerätestecker, muß das Netzkabel mit einer Zugentlastung ausgestattet sein. Bei Klasse-I-Geräten wird der gelb/grüne Schutzleiter direkt neben der Dürchführung leitend mit dem Gehäuse und, wenn möglich, mit dem Trafokern verbunden.

■ *Schalter*

Bei der Auswahl des Netzschalters ist zunächst auf die nötige Spannungsfestigkeit von 250 V Wechselspannung zu achten. Diese Information findet man üblicherweise auf der Rückseite des Schalters, ebenso wie die Angabe über den maximalen Strom. Der eingeklammerte Wert bezeichnet den maximalen Strom bei Induktiver oder kapazitiver Belastung. Schließt man beispielsweise einen Motor als Last an, ist der niedrigere Wert gültig. Die auf den Schaltern angegebene Spannung ist die Schaltspannung und hat nichts mit dem Berührschutz zu tun. Im Netzbereich sollten nur Bauteile (Netzschalter, Sicherungsschalter etc.) mit VDE-Zeichen verwendet werden, da nur dieses Zeichen die Einhaltung der Kriech-und Luftstrecken nach Außen garantiert.
Alle Netzschalter müssen zweipolig sein, wenn nicht mindestens eine der drei folgenden Bedingungen erfüllt ist: 1) Ein einpoliger Netzschalter schaltet einen Netztransformator mit galvanisch getrennter Primär- und Sekundärwicklung. 2) Ein Funktionsschalter mit ausreichender Spannungsfestigkeit kann verwendet werden, wenn der Netztrafo getrennte Wicklungen besitzt, zusätzlich die Leistung *des Gerätes weniger als 10* W beträgt und deutlich sichbar angezeigt wird, daß die Netzspannung angeschlossen ist. 3) Kein Netzschalter ist notwendig, wenn die Leistungsaufnahme bei normalen Gebrauch nicht über 10 W liegt, wie dies beispielweise bei Uhren, Antennenverstärkern oder anderen Geräten für den kontinuierlichen Gebrauch der Fall ist. Schmelzsicherungen und Bauteile von *Netzentstörfiltern müssen nicht, können und sollten aber,* wenn möglich, mit ausgeschaltet werden.

■ Verdrahtung

Die Verdrahtung der netzspannungsführenden Teile erfordert erhöhte Aufmerksamkeit. Das Netzkabel muß einen Querschnitt von mindestens 2·0,75mm^2 und eine Isolationsschicht von 0,4 mm Stärke aufweisen. Der Schutzleiter *darf* nicht dünner sein als die Aussenleiter. Wenn möglich, sind doppelt isolierte Netzkabel (beispielsweise NYLHY) einfach isolierten (wie NYFAZ) vorzuziehen. Auf keinen Fall kann -wenn an der Kabeldürchführung entsprechende isolierte Lötstützpunkte vorhanden sind- verlötet, mit AMP-Steckschuhen am Netzstecker angebracht oder an (Platinen-) Lüsterklemmen *festgeschraubt werden. Keinesfalls sollte man das Netzkabel* direkt auf die Platine löten oder einer mechanischen Spannung aussetzen.
Litzenenden, die in einer Lüster- oder Platinenklemme verschraubt werden, müßen einen Spleißschutz (Aderendhülsen) haben. Verzinnen und Verdrehen ist als Spleißschutz ungeeignet und verboten.
Bei Klasse-I-Geräten ist darauf zu achten, daß der Schutzleiter mit allen berührbahren leitfähigen Teilen, also auch Potiachsen und Kühlprofilen verbunden ist.
Weiterhin ist für eine ausreichende Entlüftung elektronischer Baugruppen zu sorgen. Lassen Sie, wenn im Schaltplan vorhanden, niemals eine Schmelzsicherung weg. Bei Eigenkonstruktionen liegt der Maximalstrom der trägen Primärsicherung etwa 25% über dem Nominalstrom, muß sekundär abgesichert werden, ist der Maximalstrom der schnellen (bei induktiver Belastung mittelträgen oder trägen) Sicherung gleich dem Nominalstrom.

■ Transformatoren

Für den Einbau in Elektronischen Geräte vorgesehene Netztransformatoren besitzen in den meisten Fällen keine Schutzklasse, sondern sind nur "vorbereitet für Schutzklasse". Transformatoren, die die Kennzeichnung "vorbereitet für Schutzklasse II" tragen , können bei entsprechenden Maßnahmen auch für Klasse-I-Geräte verwendet werden. Diese Maßnahmen betreffen bei Trafos mit den Symbolen



nur die umgebenden Bauteilen, da eine doppelte oder Verstärkte Isolierung des Trafos bereits gegeben ist. Trafos, die keine oder folgende Kennzeichnung



tragen, besitzen nur eine Basisisolierung und müssen zusätzlich abgesichert werden. Bei Spartrafos mit der Kennzeichnung



sind Primär- und Sekundärwicklung nicht getrennt; diese Typen sollten nur in Ausnahmefällen und niemals zur dauerhaften Versorgung elektrische Geräte verwendet werden.
Transformatoren mit dem Zeichen



sind ohne weitere Einrichtung unbeschränkt kurzschlußfest.
Ein bedingt kurzschlußfester Trafo mit einem aufgedruckten



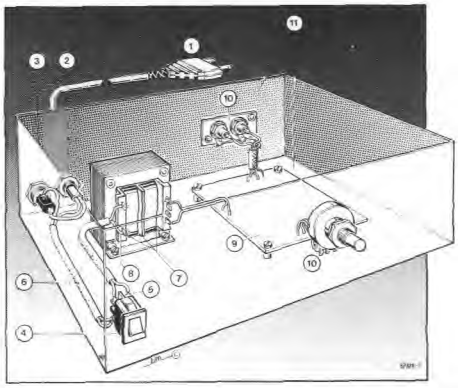
ist durch eine eingebaute Vorrichtung geschützt. Dabei kann es sich um einen thermischen Überstromauslöser, um eine Temperatursicherung oder einen Temperaturbegrenzer oder um einen integrierten Heiß- oder Kaltleiter handeln. Transformatoren mit dem Zeichen



sind nicht kurzschlußfest.

■ Messen und Testen

Bei Eingriffen in das Gerät zu Meß-, Test- oder Reparaturzwecken müssen besondere *Sicherheitsvorkehrungen getroffen* werden. Das Gerät speist man dann möglichst über einen Sicherheits-Trenntransformator gemäß VDE DIN 0550.
An einen Trenntrafo darf nur ein Verbraucher (max.16 A) angeschlossen werden. Außerdem sollte jeder Arbeitsplatz mit einem Personenschutzschalter aus. Ebenfalls verspricht ein Fehlerstrom-Schutzschalter (FI-Schalter) im Sicherungskasten *mit einem Auslösestrom von 30 mA ausreichende Sicherheit.*



Beispiel für ein Klasse-II-Gerät
1 Netzkabel mit *angegossenem 2-poligen Eurostecker*
2 Zugentlastung
3 Sicherungshalter
4 Zweipoliger Netzschalter für Klasse II geeignet
5 Befestigung am Netzschalter durch Löten und Zugentlastung
6 Netzkabel mit doppelter Isolierung
7 Abstand zwischen Primäranschlüssen zum Trafokern oder anderen Bauteilen mindestens 6 mm (bei Sekundärspannungen <250 V)
8 Kabel mit mindestens 0,75 mm^2 Kupferquerschnitt und 0,4 mm Isolation bei Stromaufnahme <6 A
9 Platine wird sicher und in ausreichendem Abstand (> 6 mm) von Gehäuseboden befestigt
10 Berührbare Teile (Potiachesen, Buchsen) dürfen leitend mit dem Gehäuse verbunden werden.
11 Metallgehäuse. Bei Kunststoffgehäusen ist eine doppelte Isolation des Primärkreises vom Sekundärkreis notwendig.