

David Love, GlobTek GTUS, Northvale Design

Isolation und Identität von Netzteilen

Erklärung zu den Eingangskonfigurationen Klasse I und Klasse II

In der Klasse I gibt es nur 1 Isolationsschicht, um den Enduser des Gerätes vor der Netz-Wechselspannung zu schützen. Eine 2. Schutzzebene erhält man durch ein Netzkabel mit Erdanschluss am Eingang. Wenn der Erdleiter an den Ausgang angeschlossen ist, muss er 25A für 5-10s tragen können und am Ende dieser Zeitspanne einen Widerstand von $<100\text{m}\Omega$ aufweisen (gemäß medizintechnischem Standard 60601-1). Diese Vorschrift galt ursprünglich für Produkte in Metallgehäusen, und der dicke Erdanschluss wäre von der Netzerde zum Metallgehäuse verlaufen. Aber mit der Entwicklung von Plastikgehäusen sind immer mehr Fertigung und einem geerdeten Negativausgang. Doch heutige SMPS-Technologie wird immer einen doppelt isolierten Transformator verwenden, weil der Transformator aufgrund neuerer Entwicklungen mit TIW (dreifach isoliertem Draht) nicht nennenswert größer wird.

Klasse II bietet 2 Isolationsschichten oder eine einzige, aber verstärkte Schicht, um den Endbenutzer des Kundensystems vor der Netzspannung zu schützen. Diese Klassifizierung muss benützt werden, wenn ein Zwei-Leiter-Eingang (AC) ohne Erdanschluss vorhanden ist.

Klasse II mit FE (funktionaler Erde, functional Earth)

Diese Isolationsart kann man leicht verstehen als 3-Leiter-Eingang (mit ERDE), aber ohne Klasse I-Konfiguration. Der Erdleiter wird als funktional definiert, was das Gegenteil von einem Sicherheitsanschluss ist. Der FE-Leiter kann für verschiedene Zwecke verwendet werden:

- Zur Verkleinerung des AC Leckstroms am Ausgang (verglichen mit einem Klasse II-Gerät);
- Zur Verminderung des DC-Leckstroms am Ausgang (verglichen mit einem Klasse I-Gerät);
- Zur Verkleinerung des Kopplungspfad der schnellen Spannungsspitzen (EFT: electrical fast transients) zwischen dem Erdanschluss und der Systemerde im Endprodukt (um Systementgleisungen zu vermeiden);
- Zur Verringerung der EM-Störungen (im Falle der leitergeführten Emission (CE: conducted emission));
- für einen isolierten Ausgang, aber mit einem 3-poligen Eingang, wie von den meisten nordamerikanischen Spitälern gewünscht.

Konfigurationsprobleme und ihre Lösungen - Wie oben besprochen, gibt es ein paar Konfigurationsprobleme, die unter dem Kapitel ‚Ausgangsleckströme‘ behandelt werden können,

Ausgangsleckstrom

Medizinische Systeme (inkl. Kundengeräte) unterliegen strengen Grenzwerten für Leckstrom und Berührungsleckstrom. Obwohl die Stromversorgung keine Komponente hat, die direkt an den Patienten angeschlossen wird, ist es oft der Fall, dass das Kundensystem keine zusätzliche Isolationsschicht verlangt (oder liefert) zwischen dem Patienten und dem medizintechnischen Geräten, Ausrüstung von , um entweder die Zuverlässigkeit zu erhöhen oder die Genauigkeit von Sensoren zu verbessern oder die Systemkosten zu senken. Fließt ein minimaler Leckstrom vom Netzteil aus zur Erde, so profitiert davon die Systemanalyse und die Leckstrommessung.

Berührungsleckstrom

Medizintechn. Ausrüstung, geeignete Endverbrauchergeräte und industrielle Ausrüstung wird benötigt, um den Berührungsleckstrom je nach Norm in Grenzen zu halten. Wenn im Prüflabor eine simulierte menschliche Hand das Plastikgehäuse berührt, fließt nur ein Strom von typ. 1-2 uA. Wenn aber der Metallteil eines Steckers berührt wird, kann ein höherer Berührungsleckstrom fließen. Für medizinisches Gerät liegt die Stromgrenze bei 100uAac, und 100uAdc bei Gleichstrom.

AC Leckstrom:

Für medizin. Geräte liegt der Grenzwert bei 100uAac, für Gleichstrom ebenfalls bei 100uA dc. Den größten Beitrag zum AC-Leckstrom liefert die 50-60Hz Netzspannung am Eingang des Netzteiles. Ein kleiner Beitrag stammt vom HF-Schaltvorgang der Energieumwandlung. Der menschliche Körper ist empfindlicher gegenüber elektrische Schocks für Frequenzen von <1kHz. Daher sehen die Sicherheitsvorschriften üblicherweise 1-polige low loss-Filter vor mit einer Abbruchfrequenz von 1kHz. Da die Schaltfrequenzen meistens bei 100kHz liegen, gibt es kaum Probleme bei hohen Frequenzen. Eine Ausnahme stellt der extrem einfache EMI-Filter dar, welcher in den 6W und 10W-Geräten. Dieses Problem kann weitgehend dadurch gelöst werden, dass der Ausgangsleckstrom (AC) zurückgeleitet wird in den Erdanschluss eines 3-adrigen Eingangskabels.

DC Leckstrom:

Wenn der Netzteilaustrag - wie es bei Klasse I-Geräten der Fall ist – direkt an die Erde angeschlossen ist, können bei medizintechn. Systemen Leckstromprobleme auftreten. Die Ursache dafür ist der Spannungsabfall am Ausgangskabel, der, wenn er 100mV übersteigt, dazu führen kann, dass die Kundenapparate die 100uAdc-Leckstromgrenze überschreiten, wo Metallteile an den Negativleiter angebunden sind. Dass so ein kleiner dc-Leckstrom Probleme bereiten kann, liegt daran, dass die Impedanz des menschlichen Körpers mit 1kOhm festgelegt wurde: wenn 100mV über 1k Ohm liegen, fließt ein Strom von 100uA. Eine Isolierung des DC-Austrags kann dieses potenzielle Systemfreigabeproblem lösen.

EFT (electrical fast transients – schnelle Spannungs-spitzen) : Immunitätstest nach 61000-4-4
Der Transienten-Immunitätstest wird an 3 Stellen einzeln und in Kombination geprüft. Die 3 Einfallstore sind die AC-Phase, der Nullleiter und der Erdanschluss. Die EFT-Energieimpulse werden in einem EFT-Generator mit 3 getrennten LISNs (line impedance stabilisation networks) erzeugt. Wenn die Energieimpulssalve (AKA Impulssalve) am Eingang an den Erdleiter angekoppelt wird, wandert die HF-Störungsenergie ungefiltert direkt in das medizintechn. System beim Kunden. (Klasse I – Isolierung) Wenn eine Systemkomponente darunter leidet, hilft eine 1K Ohm Impedanz in Serie mit dem Erdleiter merklich. Im kritischen Frequenzbereich von 100kHz bis 100MHz wird das „Abdriften“ von Systemkomponenten verhindert.

Leitergeführte Abstrahlungen:

Bei einer Klasse I – Ausgangskonfiguration werden die EMV-Grenzen üblicherweise um 4-6 dB im Vergleich zu Klasse II angehoben. Wenn die Erde vom Negativausgang mittels 1kOhm-Impedanz getrennt wird, wird das worst-case-Niveau üblicherweise vermindert.

Ausgangsisolierung für medizintechn.Geräte. Es gibt 3 grundlegende Isolationsarten:

B – Body; erfordert keine Erdisolierung

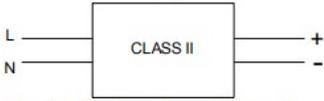
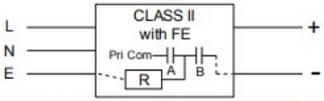
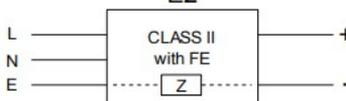
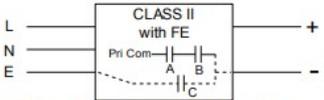
BF – Body Floating, erfordert elektrische Trennung von der Erde

CF – Cardiac Floating, erfordert ebenfalls eine elektr. Trennung von der Erde

Obwohl ein med. System eine weitere Isolierungsschicht zwischen dem Netzteil und dem Patienten einziehen könnte und somit ein Klasse I – Gerät Verwendung finden könnte, ist es oft von Vorteil, die Erdtrennung im Netzteil selber zu realisieren. Hinzu kommt, dass BF und CF Isolationsarten medizintechnischer Systeme als kritisch angesehen werden und somit medizintechn. Netzteile, welche diese Anforderung erfüllen, schlicht und einfach vorteilhafter sein können für die Freigabe des Gesamtsystems.

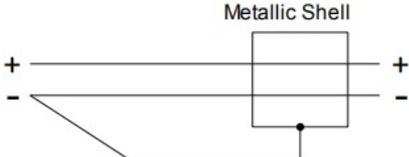
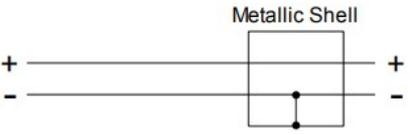
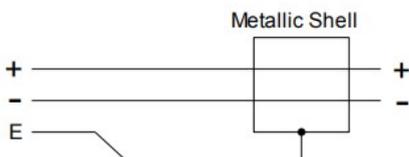
Isolationsgrafiken und Ausgangsstecker:

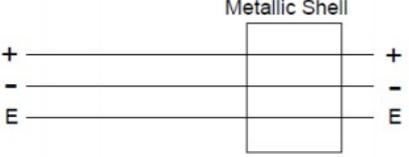
Die 5 Diagramme F1, F2, F3, E1, E2 sind bei GlobTek als Optionen verfügbar, wobei jedoch die Diagramme F2 und F3 einen eingeschränkten Anwendungsbereich haben (wie in den Diagrammen angegeben). Jedes Diagramm zeigt eine kleine Tabelle von Vor- und Nachteilen. Wenn beim Kunden ein Problem auftritt, können diese Tabellen einen Lösungsweg aufzeigen.

INPUT TYPE: FLOATING OUTPUT, CONFIGS		INPUT TYPE: EARTHED OUTPUT, CONFIGS																					
<p>F1</p>  <p>Standard hookup, Easy understanding.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Isolation BF/CF</th> <th>EFT</th> <th>EMI</th> <th>AC Leakage</th> <th>DC Leakage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>-</td> <td>+</td> </tr> </tbody> </table> 	Isolation BF/CF	EFT	EMI	AC Leakage	DC Leakage	Y	+	+	-	+	<p>E1</p>  <p>Standard hookup, Easy understanding.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Isolation BF/CF</th> <th>EFT</th> <th>EMI</th> <th>AC Leakage</th> <th>DC Leakage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>+</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> 	Isolation BF/CF	EFT	EMI	AC Leakage	DC Leakage	N	-	-	+	-
Isolation BF/CF	EFT	EMI	AC Leakage	DC Leakage																			
Y	+	+	-	+																			
Isolation BF/CF	EFT	EMI	AC Leakage	DC Leakage																			
N	-	-	+	-																			
<p>GTM96XXX Optional Config</p> <p>F2</p>  <p>Best Overall M.E. (Medical Equipment) System Config for 3 Conductor Input. The resistance (R) is a SMD component, on the PCB.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Isolation BF/CF</th> <th>EFT</th> <th>EMI</th> <th>AC Leakage</th> <th>DC Leakage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> </tr> </tbody> </table> 	Isolation BF/CF	EFT	EMI	AC Leakage	DC Leakage	Y	+	+	+	+	<p>E2</p>  <p>If Hard Earthed config is causing EFT or EMI problem with M.E. system, addition of Impedance (Z) can help fix the problem.</p> <p>The added impedance may either be Resistive or Inductive. If low resistance between the output negative wire and the input earth wire is a customer requirement, then adding inductance of approximately 300uH is effective.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Isolation BF/CF</th> <th>EFT</th> <th>EMI</th> <th>AC Leakage</th> <th>DC Leakage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> 	Isolation BF/CF	EFT	EMI	AC Leakage	DC Leakage	N	+	+	+	-
Isolation BF/CF	EFT	EMI	AC Leakage	DC Leakage																			
Y	+	+	+	+																			
Isolation BF/CF	EFT	EMI	AC Leakage	DC Leakage																			
N	+	+	+	-																			
<p>GTM21089, GTM21097 and GTM961600 Optional Config</p> <p>F3</p>  <p>Config available on some old Models, As well as the new GTM961600 models.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Isolation BF/CF</th> <th>EFT</th> <th>EMI</th> <th>AC Leakage</th> <th>DC Leakage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>+</td> </tr> </tbody> </table> 	Isolation BF/CF	EFT	EMI	AC Leakage	DC Leakage	Y	-	-	-	+												
Isolation BF/CF	EFT	EMI	AC Leakage	DC Leakage																			
Y	-	-	-	+																			

OUTPUT CONNECTOR HOOK-UP CONFIGURATIONS

(Use suffix letters: Blank/Null, A, B, C or D)

<p style="text-align: center;">Ø (Null)</p> <p style="text-align: center;">Metallic Shell with no connection or a connector with plastic insulating outer shell.</p>  <p style="text-align: center;">2 Conductor Output Cable, or UL1185 one conductor coaxial cable, with Spiral Shield</p>	<p style="text-align: center;">B</p> <p style="text-align: center;">Metallic Shell</p>  <p style="text-align: center;">3 Conductor Output Cable, or two conductor coaxial cable, with Outer Shield</p>
<p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: center;">Metallic Shell</p>  <p style="text-align: center;">2 Conductor Output Cable, or UL1185 one conductor coaxial cable, with Spiral Shield</p>	<p style="text-align: center;">C</p> <p style="text-align: center;">Metallic Shell</p>  <p style="text-align: center;">3 Conductor Output Cable, or two conductor coaxial cable, with Outer Shield</p>

<p style="text-align: center;">D</p> <p style="text-align: center;">Metallic Shell</p>  <p style="text-align: center;">3 Conductor Output Cable, or two conductor coaxial cable, with Outer Shield</p>	