

Generieke elektronische apparatuur in medische omgevingen

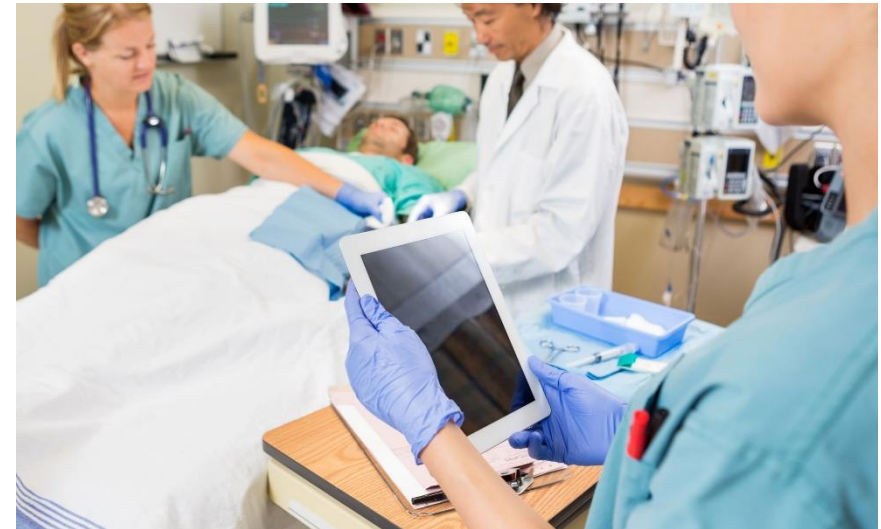
Hoe gaan we hiermee om, vanuit het perspectief van Power en EMC?



elincom

stand 13

Antoine Romme
productmanager Power / EMC
a.romme@elincom.nl



MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

Even voorstellen:



- Gespecialiseerde distributeur van componenten voor machine- en apparatenbouwers



- Gespecialiseerde distributeur van materialen, componenten voor EMC shielding en T&M apparatuur

Medische voedingen & EMC filters

Medische EMC filters

Ontstoor ferrieten PCB & kabel

Medische plug-in & desktop voedingsadapters

Medische plug-in & desktop voedingen en batterij laders

Medische ac/dc en dc/dc converters

EMC shielded display schermen

Medische scheidingstrafo's

Gecertificeerde hard case Li-Ion batterijen



EMIS



YOUR SIGNAL SOLUTION



MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

Inhoudsopgave:

- Introductie
- Veiligheid
 - Lekstromen
 - Isolatie
- EMC eisen
- Praktijk voorbeelden
 1. Beperken lekstromen van voeding naar de patiënt
 2. Medisch beeldscherm
 3. Medisch trolley systeem



elincom



MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

Wat zijn veiligheidseisen en EMC eisen?

voor generieke elektronische apparatuur geldt:

- IEC62368 voor veiligheid
- IEC61000 & CISPR11/32 voor EMC (audio / video- & ITE producten)

voor medische apparatuur geldt:

- IEC60601, omvat circa 70 standaards, waaronder EMC



elincom



MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

Power gerelateerde specifieke medische veiligheidseisen volgens de IEC60601:

- lagere lekstromen
- hogere isolatie



elincom

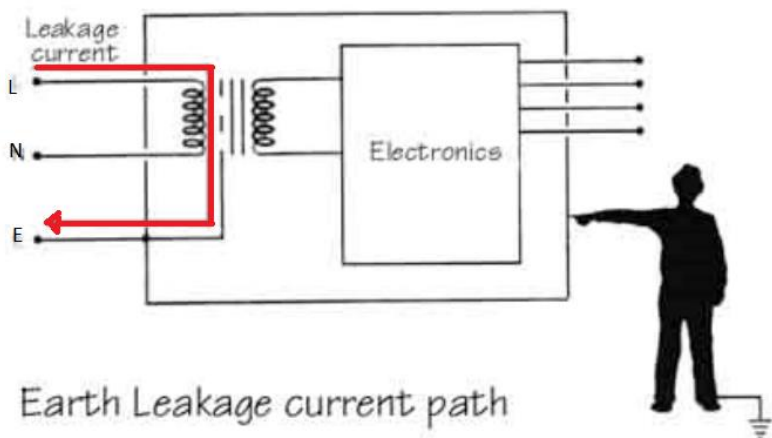


MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

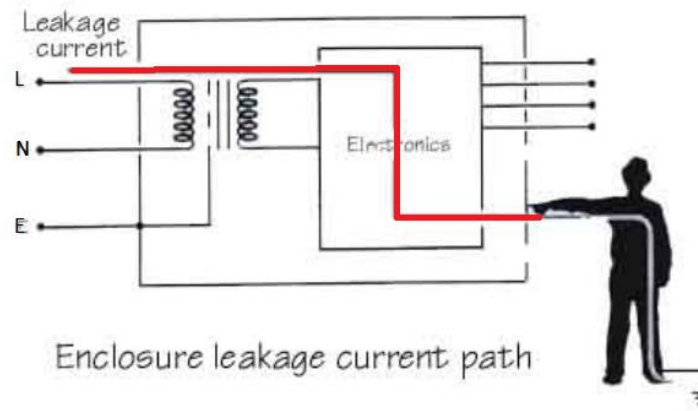
6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

4 vormen van lekstromen:

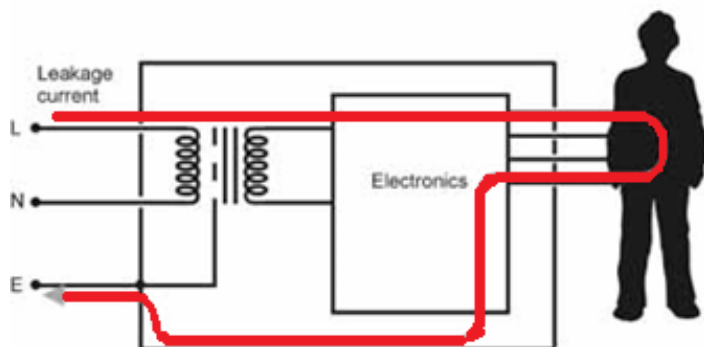
Aardlekstroom:



Lekstroom via de behuizing:



Lekstroom naar de patiënt:



Patiënt auxiliary:

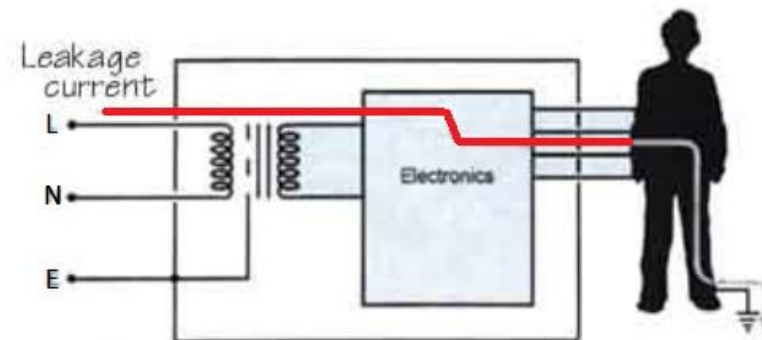


Fig 3a Patient leakage current path from equipment

elincom



Specifieke medische veiligheidseisen:

3 categorieën “Applied parts”:

Type B (Body)

geen contact met patiënt

voorbeeld: MRI, ziekenhuisbed, verlichting

Type BF (Body Floating)

wel direct contact met patiënt

voorbeeld: ultrasone apparatuur en bloeddrukmeters

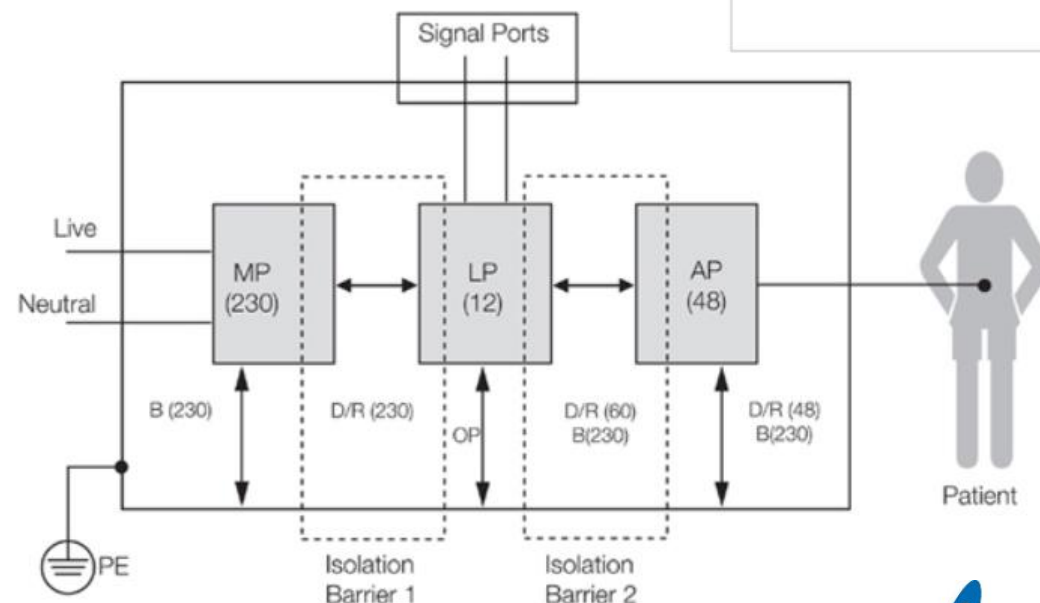
Type CF (Cardiac Floating)

directe cardiale verbinding (verbinding met het hart van de patiënt, inclusief intraveneus)

deze delen moeten zwevend zijn en gescheiden van de aarde

voorbeeld: dialysemachine

AP = Applied Part
B(xx) = Basic insulation (working voltage)
D = Double insulation
LP = Live part
MP = Mains part
OP = Operational insulation
R = Reinforced insulation (working voltage)



elincom



MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

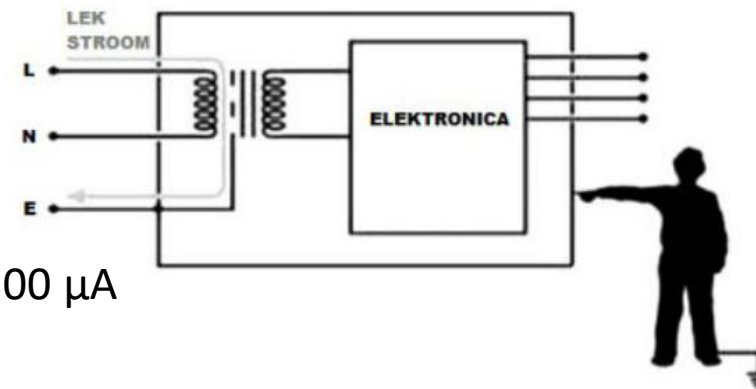
Maximale lekstromen:

Lekstroom	Type B		Type BF		Type CF	
	NC	SFC	NC	SFC	NC	SFC
Aardlekstroom	500 μ A	1 mA	500 μ A	1 mA	500 μ A	1 mA
Lekstroom via behuizing	100 μ A	500 μ A	100 μ A	500 μ A	100 μ A	500 μ A
Lekstroom naar patiënt	100 μ A	500 μ A	100 μ A	500 μ A	10 μ A	50 μ A

Maximale waarden voor lekstromen bij normale condities (NC) en 'single-fault' condities (SFC)

* de aardlekstroom en lekstroom via behuizing is in USA max 300 μ A

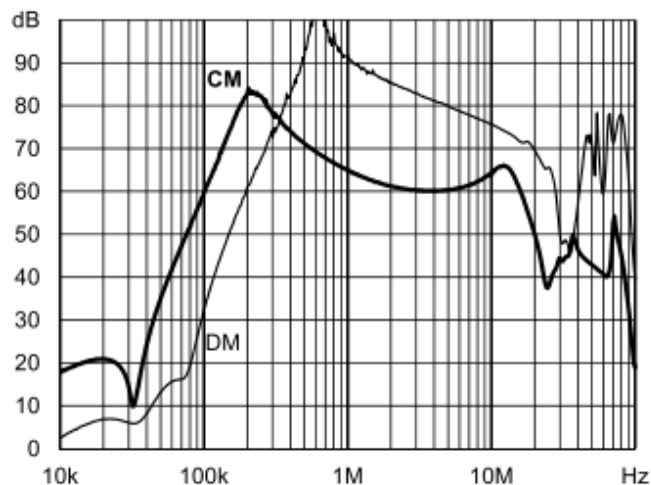
** deze tabel is niet volledig



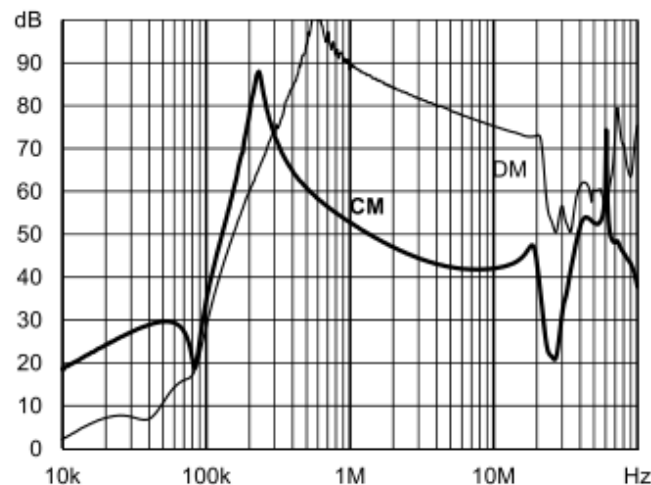
elincom



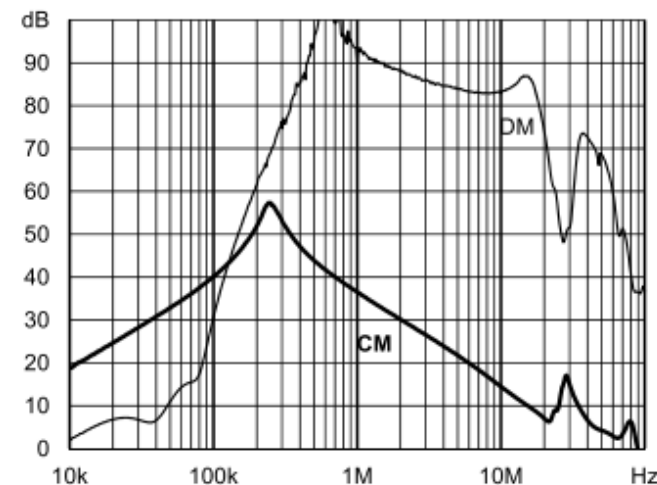
Lekstromen 6A netfilter: invloed lekstroom op CM damping



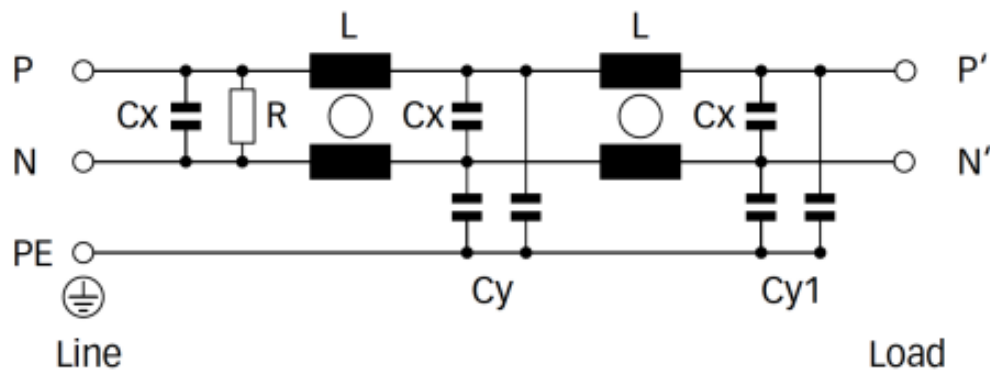
$C_y = 3300\text{pF}$ & $C_{y1} = 1000\text{pF}$
 $I_{\text{leakage}} = 610\mu\text{A} @ 250\text{Vac}/50\text{Hz}$



$C_y = 470\text{pF}$ & $C_{y1} = 470\text{pF}$
 $I_{\text{leakage}} = 130\mu\text{A} @ 250\text{Vac}/50\text{Hz}$



$C_y = 0$ & $C_{y1} = 0$
 $I_{\text{leakage}} = 0\mu\text{A} @ 250\text{Vac}/50\text{Hz}$



Lekstromen van een SMPS

Lekstroom loopt vanaf de ingang door de HF transformator naar patiënt

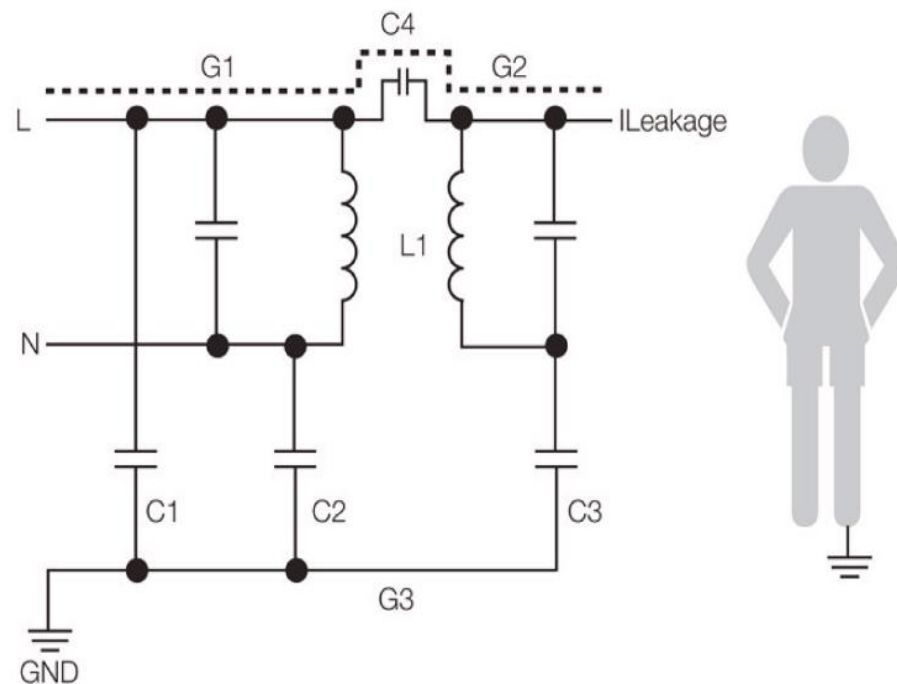
C4 = capaciteit tussen prim./sec. winding

grotere C4 = lagere impedantie = hogere lekstroom

Formule:

$$I_{\text{leakage}} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C4 \cdot U_{\text{net}} \quad \text{dus} \quad \text{grotere } C4 = \text{hogere } I_{\text{leakage}}$$

Kleinere transformator betekent een grotere C4 = hogere lekstroom (invloed op isolatie / bouwgroote)



Hogere isolatie

Er zijn 2 sub classificaties binnen MOP:

- Means of Operator Protection (MOOP):
 - 1 x MOOP is gelijk aan basisisolatie voor een operator volgens IEC 62368
 - 2 x MOOP is gelijk aan dubbele isolatie volgens IEC 62368
- Means of Patient Protection (MOPP):
 - 1 x MOPP is gelijk aan de basis isolatie voor een volgens IEC 60601-1
 - 2 x MOPP is gelijk aan dubbele isolatie volgens IEC 60601-1



elincom

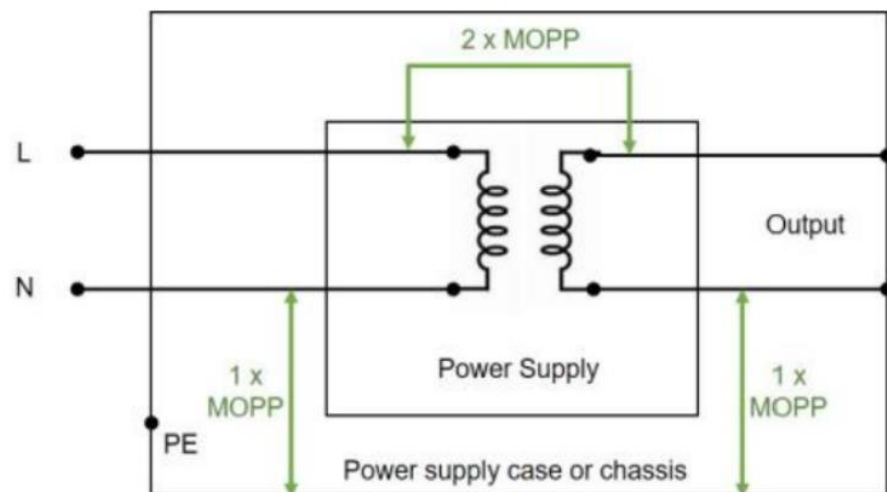


MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

Hogere isolatie

Classificatie	Doorslagspanning	Separatie	Isolatie
MOOP	1500 Vac	2,5 mm	Basis
2×MOOP	3000 Vac	5 mm	Dubbel
MOPP	1500 Vac	4 mm	Basis
2×MOPP	4000 Vac	8 mm	Dubbel

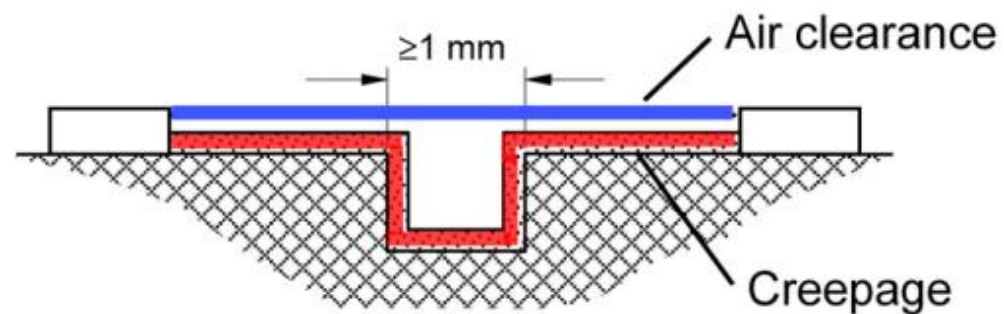


elincom



Hogere isolatie

Grotere afstand tussen primaire en secundaire zijnde van de SMPS



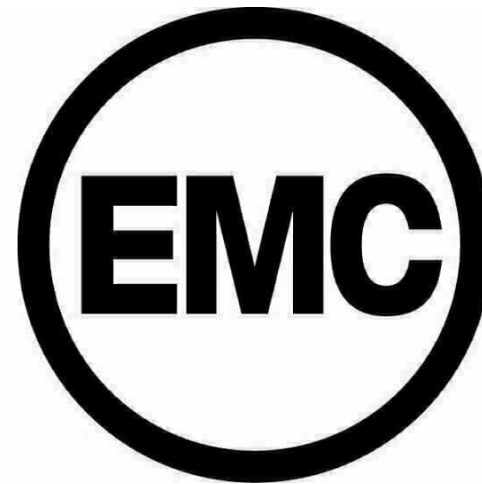
elincom



Medische veiligheidseisen

De medische veiligheidseisen hebben sterke invloed op de EMC/EMI maatregelen die we kunnen nemen door de beperkte lekstroom en hogere isolatie eisen

De EMC eisen volgens IEC60601-1-2 zijn een onderdeel van een veiligheidsnorm



elincom



MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

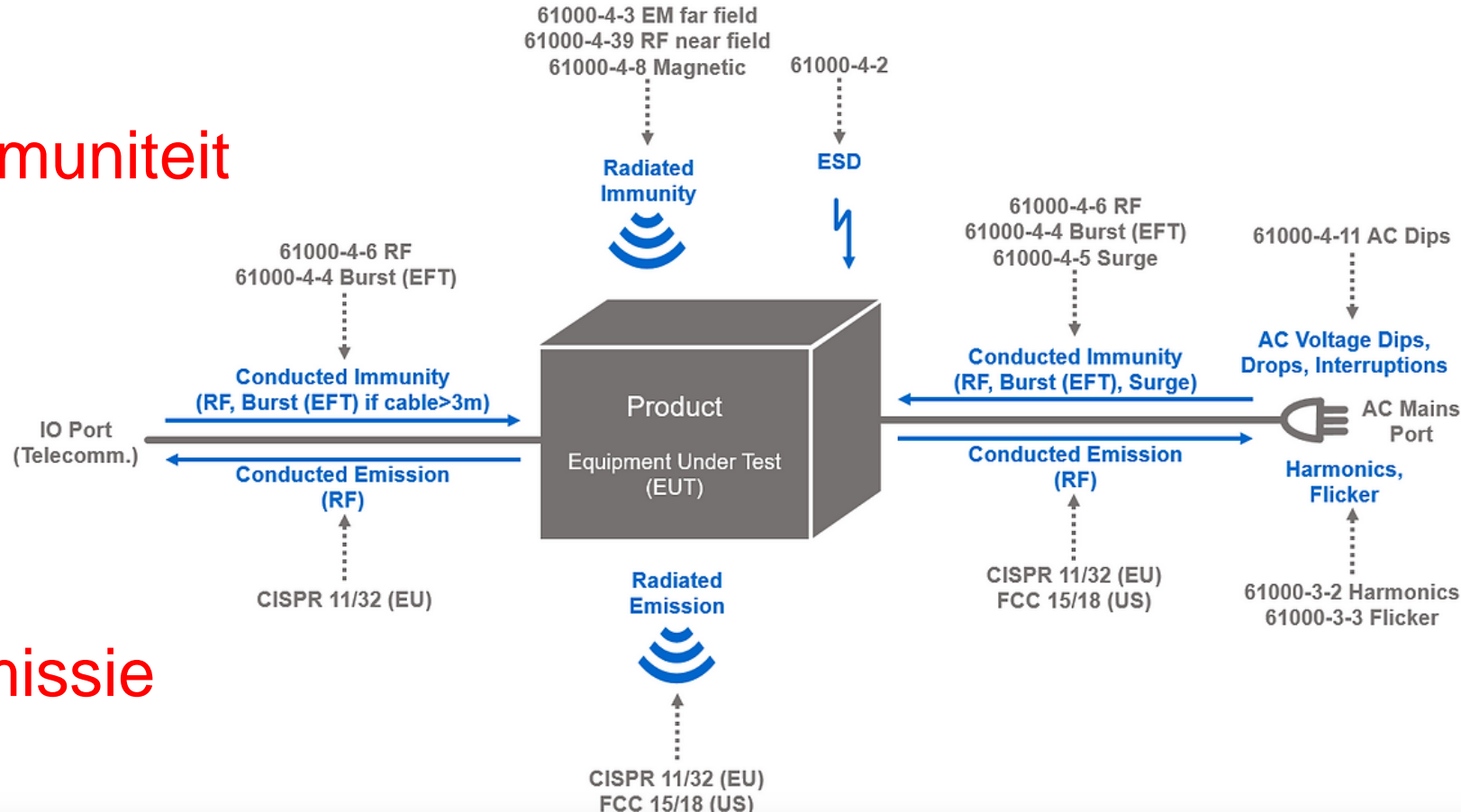
6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

Hoe zit het met de specifieke EMC eisen?

EMC normen voor een elektronisch product



Immuniteit



Emissie

elincom



MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

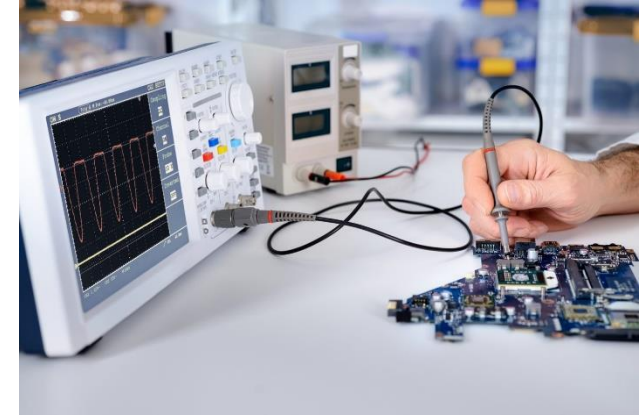
Hoe zit het met de specifieke EMC eisen?

Hiervoor maken wij een vergelijking tussen audio / video- & ITE producten en de medische producten

Voor audio / video- & ITE producten gelden:

- EN55032 voor EMC emissie
- EN55035 voor EMC immuniteit

Voor medische producten is de IEC60601-1-2 van toepassing



elincom



MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

Hoe zit het met de specifieke EMC eisen?

EN60601-1-2 VS EN55032 (EMC emission standard)

Test	Description	IEC 60601-1-2	Test	EN55032																																																																								
CISPR 11	Conducted Emissions	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FREQUENCY (MHz)</th> <th colspan="2">Class A (dB µV/m)</th> <th colspan="2">Class B (dB µV/m)</th> </tr> <tr> <th>Quasi-peak</th> <th>Average</th> <th>Quasi-peak</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.15-0.5</td> <td>79</td> <td>66</td> <td>66 - 56</td> <td>56 - 46</td> </tr> <tr> <td>0.50 -5.0</td> <td>73</td> <td>60</td> <td>56</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td>5.0 -30.0</td> <td>73</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	FREQUENCY (MHz)	Class A (dB µV/m)		Class B (dB µV/m)		Quasi-peak	Average	Quasi-peak	Average	0.15-0.5	79	66	66 - 56	56 - 46	0.50 -5.0	73	60	56	46	5.0 -30.0	73	60	60	50	CISPR 32	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FREQUENCY (MHz)</th> <th colspan="2">Class A (dB µV/m)</th> <th colspan="2">Class B (dB µV/m)</th> </tr> <tr> <th>Quasi-peak</th> <th>Average</th> <th>Quasi-peak</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.15-0.5</td> <td>79</td> <td>66</td> <td>66 - 56</td> <td>56 - 46</td> </tr> <tr> <td>0.50 -5.0</td> <td>73</td> <td>60</td> <td>56</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td>5.0 -30.0</td> <td>73</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	FREQUENCY (MHz)	Class A (dB µV/m)		Class B (dB µV/m)		Quasi-peak	Average	Quasi-peak	Average	0.15-0.5	79	66	66 - 56	56 - 46	0.50 -5.0	73	60	56	46	5.0 -30.0	73	60	60	50																								
FREQUENCY (MHz)	Class A (dB µV/m)			Class B (dB µV/m)																																																																								
	Quasi-peak	Average	Quasi-peak	Average																																																																								
0.15-0.5	79	66	66 - 56	56 - 46																																																																								
0.50 -5.0	73	60	56	46																																																																								
5.0 -30.0	73	60	60	50																																																																								
FREQUENCY (MHz)	Class A (dB µV/m)		Class B (dB µV/m)																																																																									
	Quasi-peak	Average	Quasi-peak	Average																																																																								
0.15-0.5	79	66	66 - 56	56 - 46																																																																								
0.50 -5.0	73	60	56	46																																																																								
5.0 -30.0	73	60	60	50																																																																								
CISPR 11	Radiated Emissions	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FREQUENCY (MHz)</th> <th colspan="2">Class A (dB µV/m)</th> <th colspan="2">Class B (dB µV/m)</th> </tr> <tr> <th>At 10m</th> <th>At 3m</th> <th>At 10m</th> <th>At 3m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30 - 230</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>30</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>230-1000</td> <td>47</td> <td>57</td> <td>37</td> <td>47</td> </tr> </tbody> </table>	FREQUENCY (MHz)	Class A (dB µV/m)		Class B (dB µV/m)		At 10m	At 3m	At 10m	At 3m	30 - 230	40	50	30	40	230-1000	47	57	37	47	CISPR 32	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FREQUENCY (MHz)</th> <th colspan="2">Class A (dB µV/m)</th> <th colspan="2">Class B (dB µV/m)</th> </tr> <tr> <th>At 10m</th> <th>At 3m</th> <th>At 10m</th> <th>At 3m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30 - 230</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>30</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>230-1000</td> <td>47</td> <td>57</td> <td>37</td> <td>47</td> </tr> </tbody> </table>	FREQUENCY (MHz)	Class A (dB µV/m)		Class B (dB µV/m)		At 10m	At 3m	At 10m	At 3m	30 - 230	40	50	30	40	230-1000	47	57	37	47																																		
FREQUENCY (MHz)	Class A (dB µV/m)			Class B (dB µV/m)																																																																								
	At 10m	At 3m	At 10m	At 3m																																																																								
30 - 230	40	50	30	40																																																																								
230-1000	47	57	37	47																																																																								
FREQUENCY (MHz)	Class A (dB µV/m)		Class B (dB µV/m)																																																																									
	At 10m	At 3m	At 10m	At 3m																																																																								
30 - 230	40	50	30	40																																																																								
230-1000	47	57	37	47																																																																								
IEC 61000-3-2	Harmonic Distortion	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Equipment Category</th> <th>Harmonic Order n</th> <th>Max. Permissible Harmonic Current A</th> <th>Equipment Category</th> <th>Harmonic Order n</th> <th>Max. Permissible Harmonic Current mA/w</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">Class A</td> <td colspan="2">Odd Harmonics</td> <td rowspan="10">Class D</td> <td colspan="2">Odd Harmonics only</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2.30</td> <td>3</td> <td>2.30</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1.14</td> <td>5</td> <td>1.14</td> <td>1.9</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>0.77</td> <td>7</td> <td>0.77</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>0.40</td> <td>9</td> <td>0.40</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>0.33</td> <td>11</td> <td>0.33</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>0.21</td> <td>13</td> <td>0.21</td> <td>0.296</td> </tr> <tr> <td>15 ≤ n ≤ 39</td> <td>0.15 × 15/n</td> <td>15 ≤ n ≤ 39</td> <td>0.15 × 15/n</td> <td>3.85/n</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Even Harmonics</td> <td colspan="2"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1.08</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.43</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0.30</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8 ≤ n ≤ 40</td> <td>0.23 × 8/n</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>**DC/DC does not connect to mains power network directly, the test is unnecessary</i></p>	Equipment Category	Harmonic Order n	Max. Permissible Harmonic Current A	Equipment Category	Harmonic Order n	Max. Permissible Harmonic Current mA/w	Class A	Odd Harmonics		Class D	Odd Harmonics only		3	2.30	3	2.30	3.4	5	1.14	5	1.14	1.9	7	0.77	7	0.77	1.0	9	0.40	9	0.40	0.5	11	0.33	11	0.33	0.35	13	0.21	13	0.21	0.296	15 ≤ n ≤ 39	0.15 × 15/n	15 ≤ n ≤ 39	0.15 × 15/n	3.85/n	Even Harmonics					2	1.08				4	0.43				6	0.30				8 ≤ n ≤ 40	0.23 × 8/n				<p><i>EN55032 does not include this test item</i></p>	
Equipment Category	Harmonic Order n	Max. Permissible Harmonic Current A	Equipment Category	Harmonic Order n	Max. Permissible Harmonic Current mA/w																																																																							
Class A	Odd Harmonics		Class D	Odd Harmonics only																																																																								
	3	2.30		3	2.30	3.4																																																																						
	5	1.14		5	1.14	1.9																																																																						
	7	0.77		7	0.77	1.0																																																																						
	9	0.40		9	0.40	0.5																																																																						
	11	0.33		11	0.33	0.35																																																																						
	13	0.21		13	0.21	0.296																																																																						
	15 ≤ n ≤ 39	0.15 × 15/n		15 ≤ n ≤ 39	0.15 × 15/n	3.85/n																																																																						
	Even Harmonics																																																																											
	2	1.08																																																																										
4	0.43																																																																											
6	0.30																																																																											
8 ≤ n ≤ 40	0.23 × 8/n																																																																											
IEC 61000-3-3	Voltage Fluctuations/ Flicker	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Test items</th> <th>Limits</th> <th>Descriptions</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P_{st}</td> <td>≤1.0, T_p=10min</td> <td>short-term flicker indicator</td> </tr> <tr> <td>P_{lt}</td> <td>≤0.65, T_p=2h</td> <td>long-term flicker indicator</td> </tr> <tr> <td>d_c</td> <td>≤3.3%</td> <td>relative steady-state voltage change</td> </tr> <tr> <td>d_{max}</td> <td>≤4%(or 6% or 7%)</td> <td>maximum relative voltage change</td> </tr> <tr> <td>d_(t)</td> <td>≤3.3%, more than 500ms</td> <td>relative voltage change characteristic</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>**DC/DC does not connect to mains power network directly, the test is unnecessary</i></p>	Test items	Limits	Descriptions	P _{st}	≤1.0, T _p =10min	short-term flicker indicator	P _{lt}	≤0.65, T _p =2h	long-term flicker indicator	d _c	≤3.3%	relative steady-state voltage change	d _{max}	≤4%(or 6% or 7%)	maximum relative voltage change	d _(t)	≤3.3%, more than 500ms	relative voltage change characteristic	<p><i>EN55032 does not include this test item</i></p>																																																							
Test items	Limits	Descriptions																																																																										
P _{st}	≤1.0, T _p =10min	short-term flicker indicator																																																																										
P _{lt}	≤0.65, T _p =2h	long-term flicker indicator																																																																										
d _c	≤3.3%	relative steady-state voltage change																																																																										
d _{max}	≤4%(or 6% or 7%)	maximum relative voltage change																																																																										
d _(t)	≤3.3%, more than 500ms	relative voltage change characteristic																																																																										

EMC **emissie**:

EN60601-1-2

VS

EN55032

Geen verschillen!



Hoe zit het met de specifieke EMC eisen?

EN60601-1-2 VS EN55035 (EMC immunity standard)

Test	Description	IEC 60601-1-2		criteria	EN55035													
		Professional healthcare facility environment	Home healthcare Environment		AC power ports	Criteria See note												
IEC 61000-4-2	Electrostatic Discharge (ESD)	± 8 kV contact ± 2 kV, ± 4 kV, ± 8 kV, ± 15 kV air		IMMUNITY pass/fail criteria can specify degradations that are acceptable because they do not Result in unacceptable RISK.	± 4 kV contact	B												
IEC 61000-4-3	Radiated RF EM Fields	3V/m 80MHz ~ 2.7GHz 1KHz modulated 80%	10V/m 80MHz ~ 2.7GHz 1KHz modulated 80%		± 1 kV air 3 V/m 30MHz ~ 1GHz 1KHz modulated 80%	A												
IEC 61000-4-4	Electrical Fast Transients/Bursts	± 2 kV 100 kHz repetition frequency			±1kV	B												
IEC 61000-4-5	Surge	0.5, 1kV(L-L) 0.5, 1, 2kV(L-PE)(N-PE)			1kV(L-L) 2kV(L-PE)(N-PE)	B												
IEC 61000-4-6	Conducted Disturbance induced by RF Fields	3 V 0,15 MHz – 80 MHz 6 V in ISM bands between 0,15 MHz and 80 MHz 80 % AM at 1 kHz	3 V 0,15 MHz – 80 MHz 6 V in ISM and amateur radio bands between 0,15 MHz and 80 MHz 80 % AM at 1 kHz		3V 0.15 - 10MHz 3 to 1V 10 -30MHz 1V 30 - 80MHZ	A												
IEC 61000-4-8	Rated Power Frequency Magnetic Field	30 A/m 50 Hz or 60 Hz			1 A/m	A												
IEC 61000-4-11	Voltage Dips and Interruptions	0 % 0.5 cycle Residual voltage 0 % 1 cycle Residual voltage 70 % 25 cycle Residual voltage 0 % 250 cycle Residual voltage			< 5 % 0.5 cycle Residual voltage 70 % 25 cycle Residual voltage 5 % 250 cycle Residual voltage	B C C												
IEC 61000-4-29	Immunity to proximity magnetic fields in the frequency range 9 kHz to 13,56 MHz <i>With IEC 60601-1-2 Edition 4.1, a new immunity test is added.</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Frequency</th> <th>Magnetic Field Strength (A/m)</th> <th>Dwell Time(s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30 kHz</td> <td>8</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>134.2 kHz</td> <td>65</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>13.56 MHz</td> <td>7.5</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>			Frequency	Magnetic Field Strength (A/m)	Dwell Time(s)	30 kHz	8	3	134.2 kHz	65	3	13.56 MHz	7.5	3	EN55035 does not include this test item	
Frequency	Magnetic Field Strength (A/m)	Dwell Time(s)																
30 kHz	8	3																
134.2 kHz	65	3																
13.56 MHz	7.5	3																

EMC **immunititeit:**

EN60601-1-2

VS

EN55035

Veel verschillen!



Hoe zit het met de specifieke EMC eisen?

Conclusie:

- De verschillen zitten vooral in de immuniteitseisen
- Het risicobeheerproces RMF (risk management file) is onderdeel van IEC 60601-1-2, 4e editie
- Testen op de hogere immuniteitstestniveaus alleen, is niet voldoende om veiligheid te bereiken



elincom



MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

Praktijkvoorbeeld 1: beperken van lekstromen van voeding naar de patiënt

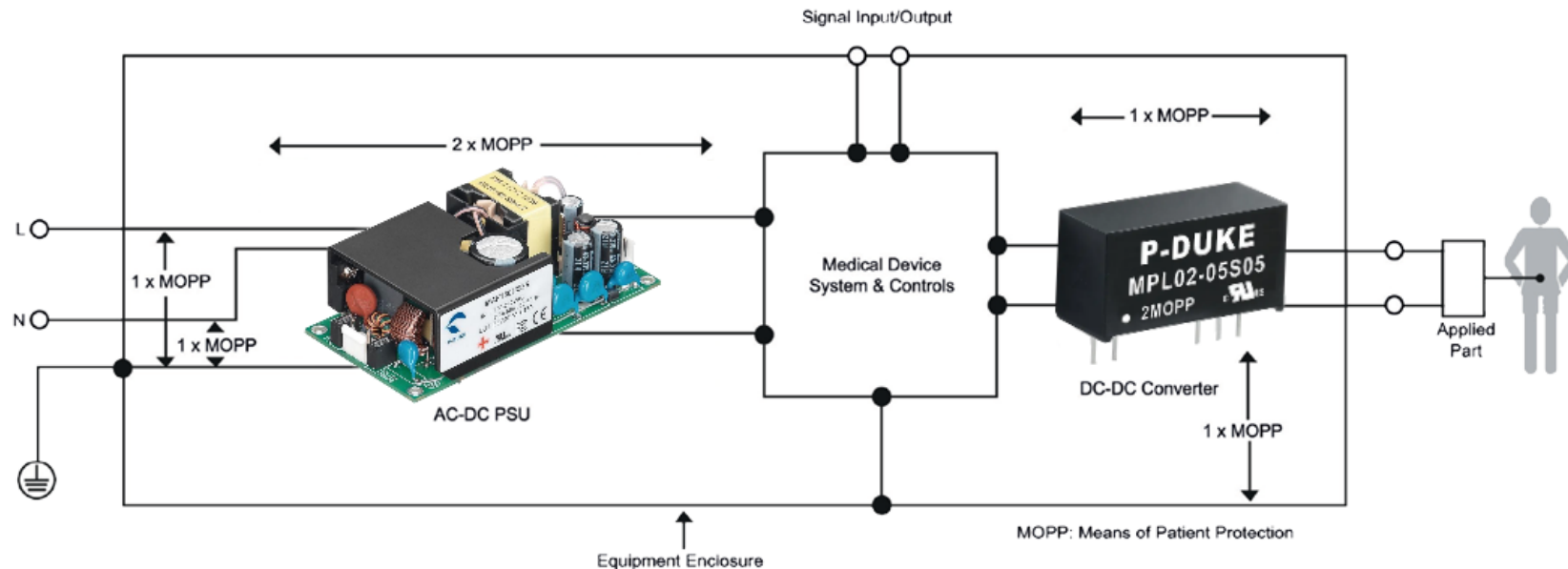
Oplossing: extra DC/DC converter

Voordeel:

- extra i/o signalen van extern apparatuur mogelijk
- 2 μA haalbaar, geschikt voor BF en CF-toepassing

Nadeel:

- lagere efficiëntie door dubbele converter



elincom



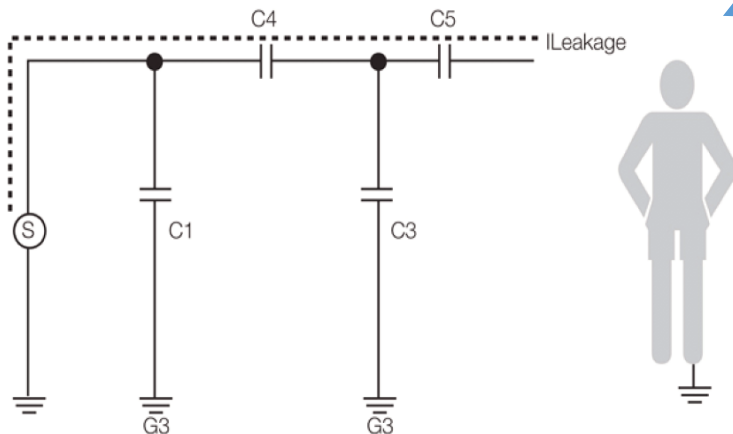
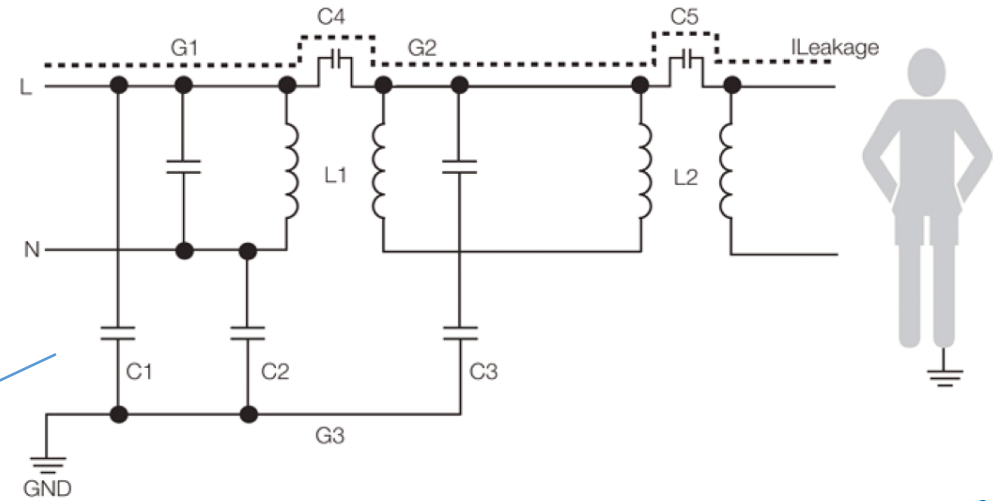
MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

Praktijkvoorbeeld 1: beperken lekstromen van voeding naar de patiënt

De extra DC/DC converter zorgt voor een lagere lekstroom naar patiënt:

$$I_{\text{leakage}} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_v \cdot U_{\text{net}} \text{ waarbij } 1/C_v = 1/C_4 + 1/C_5$$



elincom



MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

Praktijkvoorbeeld 2: medische monitor

- De externe adapter wordt vervangen door een medisch gecertificeerde adapter
- Vermogens tot 400W
- Additionele testen noodzakelijk



elincom



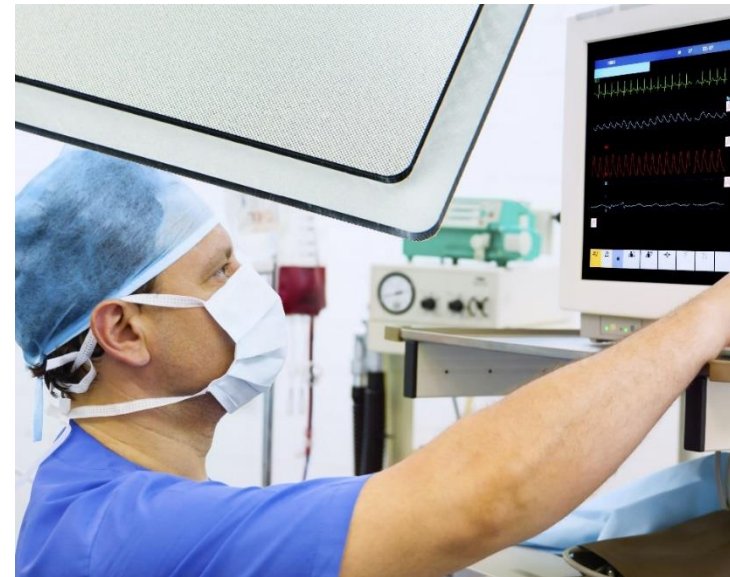
MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

Praktijkvoorbeeld 2: medische monitor

Mocht de monitor niet voldoen aan de medische eisen,
dan zijn er diverse EMC/EMI oplossingen:

- Aangepast EMC filter
- Aangepaste EMC afscherming
(geleidend textiel, EMI afgeschermdde ruiten, geleidende tape, kit of coating)
- Ferriet om de bekabeling
- Etc.

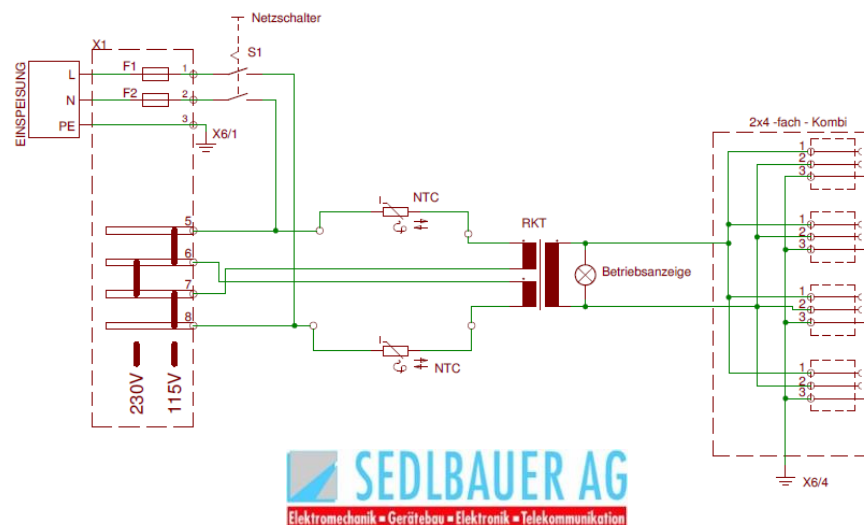


elincom



Praktijkvoorbeeld 3: medische trolley

Door de variëteit aan mogelijkheden is een medische veiligheidstransformator op een trolley vaak noodzakelijk



elincom



MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

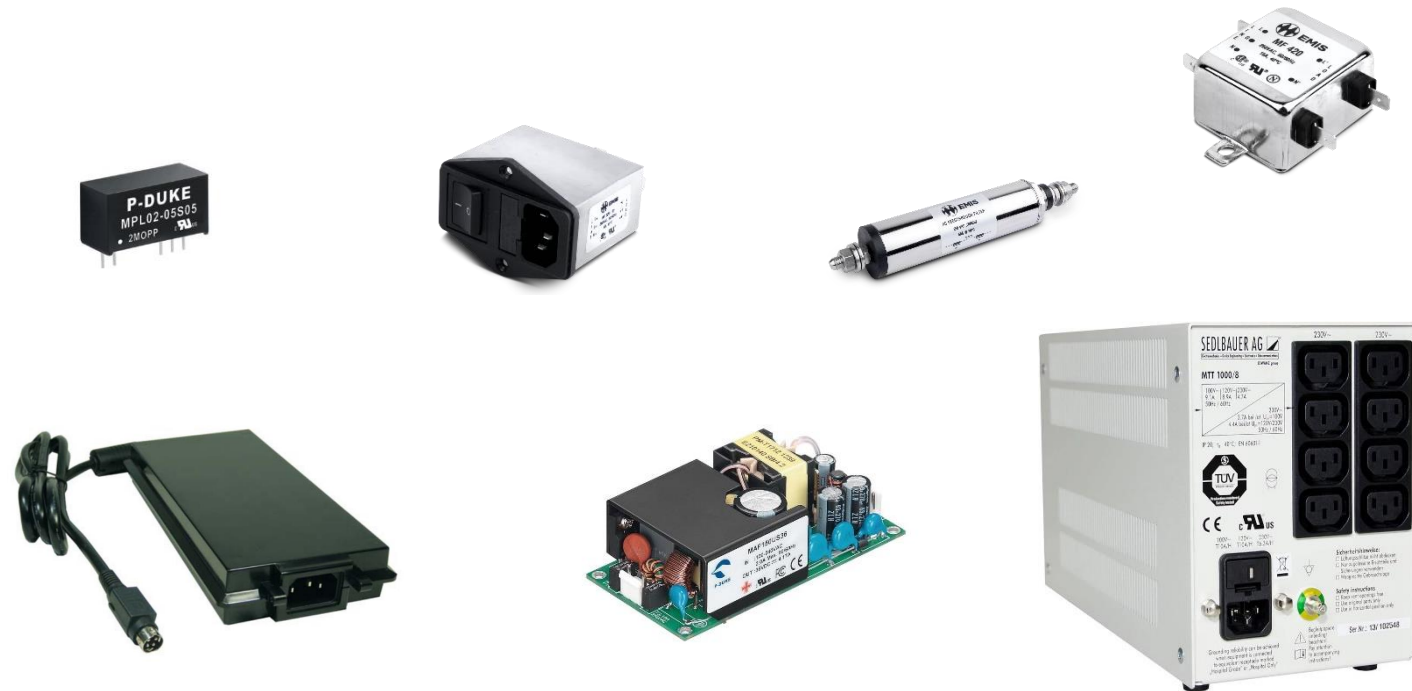
6 februari 2024 | Van der Valk Vianen

Vragen?

Of anders stand 13!



Antoine Romme
productmanager Power / EMC
a.romme@elincom.nl



MEDISCHE ELEKTRONICA
Ontwikkelingen, normen en toepassingen

6 februari 2024 | Van der Valk Vianen