

Algemene verspreiding

(Contract 051852)

Evaluatie van het elektrisch en magnetisch veld van spaarlampen

(Evaluation of the electric & magnetic fields of
energy saving bulbs)

Gilbert Decat, Guy Meynen, Paul Van Tichelen

Studie uitgevoerd in opdracht van LNE

2007/IMS/R/



VITO

November 2007

Inhoudstabel

1	SUMMARY	3
2	INLEIDING	4
3	MATERIAAL EN METHODE.....	4
4	ELEKTRISCH EN MAGNETISCH VELD: MEETRESULTATEN	5
5	BESPREKING RESULTATEN VAN MEETRESULTATEN.....	7
5.1	Vergelijking tussen resultaten van VITO en Criirem	7
5.2	Meetresultaten versus blootstellingslimieten	8
5.2.1	Meetresultaten versus referentieniveaus voor enkelvoudige frequenties	9
5.2.2	Sommatieformule voor het toetsen van meetresultaten aan de limietwaarde voor samengestelde frequenties	10
•	Sommatieformule voor het elektrisch veld	10
•	Sommatieformule voor het magnetisch veld	11
5.3	EMC en interferentie met pacemakers	12
6	BESLUIT.....	15
6.1	Elektrisch veld	15
6.2	Magnetisch veld	15
7	AANBEVELINGEN.....	16
8	REFERENTIES.....	17
9	BIJLAGE : GOLFOORM EN FREQUENTIEANALYSE.....	19

Lijst van tabellen

Tabel 1: Elektrisch en magnetisch veld van 10 spaarlampen.....	5
Tabel 2: Gemiddelde sterkte van het E-veld van spaarlampen en controlelampen.....	7
Tabel 3: Referentieniveaus voor blootstelling van het algemene publiek en beroepsbevolking aan E-veld en B-veld (ICNIRP, 1998)	9
Tabel 4: Frequenties (Hz) en overeenkomstige E-velden (V/m) waarop sommatieformule in de worst case situatie toegepast werd.....	11
Tabel 5: Blootstellingslimieten voor dragers van pacemakers.....	13

1 SUMMARY

The waveform, the harmonic content, the electric and magnetic field were measured at different distances of 8 energy saving bulbs, a halogen and an incandescent lamp. The measurements were performed by means of the most adequate measurement equipment. We found that the bulbs produce ELF (50 Hz) and RF (27 – 29 kHz) EMF and that the results which were in agreement with observations of other authors and the summation formula showed compliance with the ICNIRP(1998) and European Council recommendation (1999/515/EC) exposure limit. However, since the RF-electric field could exceed the ICNIRP references level at some specific frequencies within a 5 cms' distance of the lamps it was advised that the energy saving bulbs have to be placed or fixed at a place at a distance at least 10 cm away from people.

As for the EMC interference between the RF electric field of the energy saving bulbs and pacemakers it was found that within a distance of 5 cm interference could occur with pacemakers prior 1990 but not with the ones made after January 1996. No interference effect was observed with the halogen and incandescent lamps which were used as control lamps. Because wearers of pacemakers often don't know how old their pacemakers is, they are advised to stay away at least 20 cm from burning energy saving bulbs.

The magnetic field observed in the ELF and RF-range was far below all the exposure limits. To some extent there was agreement with the data of Criirem. However the biggest difference between our results and theirs was that they were taking into account an exposure limit corresponding to the MHz range whereas energy saving bulbs only produce EMFs in the kHz range.

2 INLEIDING

Ofschoon men in het kader van energiebesparing het gebruik van spaarlampen sterk aanbeveelt maken de overheid, het algemene publiek, de producent en de onderzoeker zich tegenwoordig zorgen over de blootstelling aan de elektromagnetische velden die door spaarlampen gegenereerd worden.

De aanleiding voor deze bezorgdheid is vooral de mededeling van “Criirem” (Centre de Recherche et d’information Indépendantes sur les Rayonnements Electromagnétiques): “Ampoules à économie d’énergie: Alerte à l’allumage électropolluant” (Ref. 1).

Volgens deze mededeling zouden de spaarlampen elektromagnetische velden genereren die zo sterk zijn dat ze in staat zijn om goederen en personen ernstig te verstoren. Criirem raadt het gebruik van deze lampen als nachtlamp of bureaulamp af en vraagt de fabrikanten om voor deze vorm van verontreiniging een oplossing te zoeken.

Voortgaande op deze bewering werd tussen VITO en LNE (Departement Leefmilieu Natuur en Energie van het Vlaams gewest) overeengekomen dat VITO het elektrisch en magnetisch veld van een aantal spaarlampen onder verschillende omstandigheden, met inbegrip van het bepalen van de golfvorm en de harmonischen, zou meten.

3 MATERIAAL EN METHODE

De golfvorm, de harmonischen, het elektrisch veld (E-veld) en het magnetisch inductieveld (B-veld) van de volgende lampen werden gemeten:

- 8 spaarlampen waarvan 1 nog niet op de markt is en daardoor niet bij naam genoemd wordt
- 2 controlelampen, waarvan 1 halogeen- en 1 gloeilamp

De meetuitrusting die gebruikt werd voor het bepalen van de golfvorm, de harmonischen, het E- en het B-veld bestond uit:

- de fluke ScopeMeter 190 Series
- de ELT 400 met 100 cm² probe (Narda) in de 5 tot 400 kHz range
- de EHP-50 PMM frequency analyser in the 5 – 100 kHz range

Beide velden werden gemeten op de volgende afstanden tussen de spaarlamp en de meetsonde:

- 0 cm (is de worst case situatie waarbij beide velden op de lamp gemeten werden)
- verdubbende afstanden van 5, 10, 20 en 40 cm

Daar door middel van de spectrumanalyse vastgesteld werd dat de frequentie van de betrokken lampen kleiner was dan 100 kHz werd de veldsterkte niet uitgemiddeld over 6 minuten (ICNIRP, 1998).

4 ELEKTRISCH EN MAGNETISCH VELD: MEETRESULTATEN

Tabel 1 geeft een overzicht van het elektrisch (E-veld) en het magnetisch inductieveld (B-veld) dat bij verschillende frequenties en op verschillende afstanden van de verschillende lampen gemeten werd.

Tabel 1: Elektrisch en magnetisch veld van 10 spaarlampen

	Afstand tot lamp (cm)	TYPE SPAARLAMP								CON- TROLE	
		1 ECTRON 11W	2 ECTRON 15W	3 ECTROM 20W	4 ARO13w827	5 OSRAMDULUX DIM 20W	6 MEGAMAN GK715S 15W	7 IKEA SU320 20W	8 Lamp nog niet op de markt*	9 HALOGEN CLASSIC A ES 42W	10 GLOEILAMP SYLVANIA BRILL.SATIN 60 W
	Afst. (cm)	Meetinstrument: PMM 8053A spectrometer Frequentieband (12 Hz – 1000 Hz)									
E-Veld (V/m)	0	1480	1521	1117	1435	1895	1160	1850	649	312	344
	5	350	248	285	330	315	360	316	211	103	119
	10	152	119	120	147	147	170	157	106	63	42
	20	58	53	50	60	56	62	62	45	32	29
	40	23	21	20	21	22	23	22	16.3	14	14
		Bij een grondfrequentie van 50 Hz is het E-veld overal kleiner dan de limietwaarde van 5000 V/m (zie tabel 2)									
B-Veld (µT)	0	0.35	0.306	0.39	0.04	0.129	0.43	0.35	0.66	0.04	0.05
	5	0.127	0.107	0.15	0.04	0.073	0.18	0.16	0.29	0.04	0.05
	10	0.078	0.065	0.08	0.04	0.057	0.09	0.08	0.14	0.04	0.04
	20	0.053	0.045	0.05	0.04	0.046	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04
	40	0.043	0.04	0.04	0.04	0.046	0.04	0.04	0.04	0,04	0,04
		Bij een grondfrequentie van 50 Hz is het B-veld overal kleiner dan de limietwaarde van 100 µT V/m (zie tabel 2)									
Harmonischen.(H) Op afstand 0 cm	GF	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	V/m	1322	1475	1079	1435	1895	815	1640	567	290	318
	F(Hz)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	V/m	129	172	102	91	631	346	16	5	13	27
	F(Hz)	150	150	150	150	200	200	150	100	150	150
V/m	63	116	23	82	12	51	42	5	2	10	

Meetinstrument: PMM 8053A spectrometer											
Frequentieband: 1,2 kHz – 100 kHz											
E-Veld (V/m)	Afst. (cm)										
	0	430	449	400	300	512	312	350	15	1,5	4
	5	115	83	118	107	106	111	111	3	0,7	1
	10	42	37	45	40	49	52	53	1,5	0,6	0,7
	20	14	12	15	17	15	17	20	1	0,6	0,6
	40	4	4	4,5	4	5	4,7	5	0,6	0,6	0,6
In de worst case (0 cm) en op 5 cm van de lamp is het E-veld in lamp 1 tot 7 bij een frequentie van 27000 – 90000 Hz groter dan het referentieniveau van 87 V/m. Vanaf 10 cm is het E-veld overall kleiner dan 87 V/m (zie tabel 2)											
B-Veld (µT)	0	0,25	0,25	0,25	0,3	0,42	0,25	0,42	0,23	0,22	0,23
	5	0,23	0,23	0,23	0,25	0,27	0,23	0,29	0,23	0,22	0,23
	10	0,23	0,23	0,23	0,23	0,25	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23
	20	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23
	40	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23
	In het gemeten frequentiegebied van 27000 – 90000 Hz is het B-veld zelfs in de worst case situatie substantieel kleiner dan de limietwaarde van 6,5 µT (zie tabel 2)										
Harmonischen.(H) Op afstand 0 cm	Freq. V/m	27000	30000	26000	43000	42000					
		396	440	382	288	410					
	Freq. V/m	85000	90000	80000	87000	83000					
		21	20	16	15	12					
In de worst case (0 cm) is het E-veld in lamp 1 tot 5 bij een frequentie van 27000 – 43000 Hz groter dan het referentieniveau van 87 V/m. Bij de frequenties lopende van 80000-90000 Hz is het E-veld kleiner dan 87 V/m (zie tabel 2)											
ELT 400: Frequentieband 5 Hz - 400 kHz											
B-veld (µT)	RMS	0,93	1,1	4,07	5,2	2,03	1,8	3,3	1,82	0,22	0,25
	Max	2,69	3,56	15,07	9,2	5,58	5,5	8,4	3,6	0,8	0,8
B-veld is onder alle omstandigheden kleiner dan 87 V/m											

GF = grondfrequentie (Hz)

* Lamp nog niet op de markt, het type is gekend door de auteurs

5 BESPREKING RESULTATEN VAN MEETRESULTATEN

5.1 Vergelijking tussen resultaten van VITO en Criirem

Volgens de mededeling van Criirem worden op een afstand tussen 0 en 20 cm van de lamp elektrische veldsterkten waargenomen die variëren van 4 V/m tot 180 V/m voor spaarlampen waarvan het vermogen varieert tussen 11 W en 20 W. Bij lampen van 7 of 5 W varieert het elektrisch veld op minder dan 20 cm tussen 34 en 2 V/m. Het achtergrondniveau van 0,2 V/m wordt bereikt op een afstand van 1 m van de lamp.

Personen die een spaarlamp als nachtlamp zouden gebruiken zouden, afhankelijk van de afstand tussen lamp en de persoon, blootgesteld kunnen worden aan een E-veld van 2 tot 100 V/m. Bovendien zou het grootste risico van het gebruik van spaarlampen liggen in de elektromagnetische compatibiliteit. Bij het aanzetten van de spaarlamp zouden ogenblikkelijke piekwaarden kunnen optreden van 100 tot 300 V/m die zouden kunnen interfereren met elektronische implantaten of medische prothesen.

Om de VITO-resultaten met deze van Criirem te vergelijken werd berekend welk het gemiddeld E-veld is voor de spaarlampen tussen 11 en 20 W bij een gemeten bandbreedte van 12 Hz – 1 kHz (hier is de dominerende grondfrequentie 50 Hz) en bij een bandbreedte tussen 1,2 kHz en 100 kHz waar de dominerende frequenties liggen tussen 27 kHz en 90 kHz. Tabel 2 geeft enerzijds een samenvatting van het E-veld dat per afstand werd uitgemiddeld over de 8 spaarlampen tussen 11 en 20 W en anderzijds de individuele waarden van de halogeen- (42 W) en de gloeilamp (60 W) die beide de controlegroep vormen.

Tabel 2: Gemiddelde sterkte van het E-veld van spaarlampen en controlelampen

Afstand (cm)	Spaarlampen tussen 11 en 20 W				Controlelampen van 42 W en 60 W			
	Bandbreedte meting		Bandbreedte meting		Bandbreedte meting		Bandbreedte meting	
	12 Hz - 1 kHz		1,2 - 100 kHz		12 Hz - 1 kHz		1,2 - 100 kHz	
	Gem. V/m	Stdev	Gem. V/m	Stdev	HL	GL	HL	GL
0	1494	409	393	152	312	344	1.5	4
5	315	51	107	38	103	119	0.7	1
10	145	22	45	6	63	42	0.6	0.7
20	57	6	16	6	32	29	0.6	0.6
40	22	1	4	1	14	14	0.6	0.6
Gem. V/m = gemiddelde E-veld van spaarlampen tussen 11 en 20 W								
Stdev = standaardafwijking op gemiddelde E-veld van spaarlampen tussen 11 en 20 W								
HL = halogeenlamp 42 W								
GL = gloeilamp 60 W								

Tabel 2 toont dat het gemiddelde E-veld van de spaarlampen die op een afstand tussen 0 en 20 cm gemeten werden zelfs groter is dan de 180 V/m en 4 V/m die door Criirem meegedeeld worden. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat dit ook het geval is bij de

controlelampen waarvan de grondfrequentie 50 Hz (metingen bandbreedte 12 Hz – 1 kHz) is.

Globaal gezien kunnen op basis van de resultaten van tabel 2 de gegevens van Criirem bevestigd worden. Dit houdt echter niet in dat zonder meer akkoord kan gegaan worden met de beweringen van Criirem over gezondheidsrisico's. Om hierover uitspraken te doen worden de meetresultaten van VITO afgewogen tegen de gangbare blootstellingslimieten die respectievelijk door ICNIRP (1998) en de Raad van de Europese Unie (1999/519/EC) aanbevolen worden.

5.2 Meetresultaten versus blootstellingslimieten

In verband met de blootstellingslimieten beweert Criirem dat de sterkten van het elektrisch veld die ze gemeten hebben groter is dan het 28 V/m referentieniveau van de Aanbevelingen van de Raad van Europa (1999/519/CE) die tevens voor het algemene publiek dezelfde zijn als die van ICNIRP(1998). In tabel 3 worden de referentieniveaus van de blootstellingslimieten samengevat.

Aangezien Criirem het frequentiespectrum waarbij het elektrisch veld van de lampen gemeten werd niet vermeld of niet geanalyseerd heeft, toetsen ze het eventueel risico van de blootstelling aan het 28 V/m referentieniveau. Volgens tabel 3 komt dit referentieniveau overeen met een frequentiegebied van 10 – 400 MHz. De frequentieanalyse van VITO daarentegen wees uit dat de 8 betrokken spaarlampen enerzijds extreem lage frequenties (ELF) van 50 Hz en anderzijds radiofrequenties (RF) tussen 27 kHz – 90 kHz genereren. Het VITO-resultaat wordt door Dürrenberger G. and Klaus G. (2004) bevestigd: zij stelden dat spaarlampen extreme lage frequentievelden van 50 Hz en radiofrequentievelden in het gebied van 30 tot 60 kHz genereren (Ref. 5).

De vaststelling dat spaarlampen niet in het MHz- maar in het kHz-gebied zelfs beneden 100 kHz functioneren houdt in dat het onderliggend mechanisme dat een effect zou induceren geen thermisch mechanisme is maar wel een mechanisme van stroom die door het E-veld en B-veld in het lichaam wordt geïnduceerd (Ref. 2). De blootstellingsrestricties¹ van ICNIRP(1998) en aldus van de Europese Raad (1999/519/CE) zijn immers gebaseerd op bewezen gezondheidseffecten en biologische overwegingen die frequentieafhankelijk zijn.

¹ Basisrestricties: zijn restricties op de blootstelling aan tijdsafhankelijke elektrische, magnetische en elektromagnetische velden, die direct gebaseerd zijn op bewezen gezondheidseffecten en biologische overwegingen. Afhankelijk van de veldfrequentie worden de volgende fysische grootheden gebruikt om de restricties te specificeren: de magnetische fluxdichtheid (B), de stroomdichtheid (J), het specifieke energieabsorptietempo (SAT) en de vermogendichtheid (S). B en J kunnen gemeten worden de andere grootheden worden berekend. Afhankelijk van de frequentie worden de onderstaande fysische grootheden (dosimetrische/exposimetrische grootheden) gebruikt om de basisrestricties (BS) voor elektromagnetische velden te specificeren:

- $0 < f < 1$ Hz worden de basisrestricties gegeven voor B en J voor tijdsafhankelijke velden tot 1 Hz, teneinde gevolgen voor het cardiovasculaire systeem en het centrale zenuwstelsel te voorkomen;
- $1 \text{ Hz} < f < 10 \text{ MHz}$ worden de basisrestricties gegeven voor J om gevolgen voor functies van het zenuwstelsel te voorkomen;
- $100 \text{ kHz} < f < 10 \text{ GHz}$ worden de basisrestricties gegeven voor het SAT om globale thermische belasting van het lichaam en excessieve plaatselijke verwarming van weefsel te voorkomen. In het gebied van 100 kHz tot 10 MHz worden restricties voor zowel J als SAT gegeven
- $10 \text{ GHz} < f < 300 \text{ GHz}$ worden de basisrestricties gegeven voor S om verwarming van weefsel aan of bij het lichaamsoppervlak te voorkomen.

Door het feit dat het frequentiegebied van spaarlampen zich niet uitstrekt tot in het MHz gebied dat onrechtstreeks door Criirem gesuggereerd wordt kan er geen sprake zijn van een RF geïnduceerd thermisch effect. Dit houdt in dat het risico niet op basis van het 28 V/m referentieniveau mag afgewogen worden en er vraagtekens moeten geplaatst worden i.v.m. de alarmerende uitspraken van Criirem over het risico van spaarlampen.

5.2.1 Meetresultaten versus referentieniveaus voor enkelvoudige frequenties

Tabel 3 geeft een overzicht van de referentieniveaus waaraan het algemene publiek en de beroepsbevolking (deze laatste wordt hier niet behandeld) volgens ICNIRP(1998) doorlopend mogen blootgesteld worden.

Tabel 3: Referentieniveaus voor blootstelling van het algemene publiek en beroepsbevolking aan E-veld en B-veld (ICNIRP, 1998)

Frequentiegebied	Algemene publiek		Beroepsbevolking	
	E-veld (V/m)	B-veld (μT)	E-veld (V/m)	B-veld (μT)
Tot 1 Hz	-	$4 \cdot 10^4$	-	2.105
1 – 8 Hz	10 000	$4 \cdot 10^4/f^2$	20 000	$2 \cdot 10^5/f^2$
8 – 25 Hz	10 000	$5000/f$	20 000	$2,5 \cdot 10^4/f$
0,025 – 0,8 kHz	$250/f$ (5 kV)	$5/f$ (100 μT)	-	-
0,025 – 0,820 kHz	-	-	$500/f$	$25/f$
0,8 – 3 kHz	$250/f$	6,25	-	-
0,82 kHz – 65 kHz	-	-	610	30,7
3 kHz – 150 kHz	87	6,25	-	-
0,15 kHz – 1 MHz	87	$0,92/f$	-	-
0,065 – 1 MHz	-	-	610	$2/f$
1 – 10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,92/f$	$610/f$	$2/f$
10 – 400 MHz	28	0,092	61	0,2
400 – 2000 MHz	$1,375/f^{1/2}$	$0,0046/f^{1/2}$	$3f^{1/2}$	$0,01 \cdot f^{1/2}$
2 – 300 GHz	61	0,20	137	0,45

f = frequentie

H-veld (A/m) = B-veld (μT) gedeeld door 1,25

Noteer dat de limietwaarden van ICNIRP(1998) voor het algemene publiek dezelfde zijn als de Aanbevelingen van de Europese raad (1999/915/EC). De Europese raad publiceerde geen aanbevelingen van limietwaarden voor de beroepsbevolking.

5.2.2 Sommatieformule voor het toetsen van meetresultaten aan de limietwaarde voor samengestelde frequenties

Daar uit de meetresultaten blijkt (zie tabel 1 & 3 en grafieken in bijlage) dat de lampen harmonische(n) genereren met ver uiteenlopende frequenties wordt door middel van de sommatieformule die door ICNIRP (1998) aanbevolen wordt nagegaan in hoeverre de limietwaarde overschreden wordt.

De formules [1] en [2] tonen hoe de waarden van samengestelde frequenties volgens de aanbevelingen van de ICNIRP-richtlijn (1998) respectievelijk voor het elektrisch (E-veld) en het magnetisch veld (H-veld) moeten berekend worden.

$$\sum_{i=1}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1 \quad [1]$$

$$\sum_{j=1\text{Hz}}^{65\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>65\text{kHz}} \frac{E_i}{b} \leq 1 \quad [2]$$

Met :

- E_i = het elektrisch veld bij frequentie i
- $E_{L,i}$ = het referentieniveau van het elektrisch veld (zie tabel 2)

- H_j = het magnetisch veld bij frequentie j
- $H_{L,j}$ = het referentieniveau van het magnetisch veld (zie tabel 2)
- a = 610 V/m voor beroepsblootstellingen en 87 V/m voor het algemene publiek
- b = 24,4 A/m (30,7 μ T) voor beroepsblootstellingen en 5 A/m (6,25 μ T) voor het algemene publiek

• Sommatieformule voor het elektrisch veld

Daar in de worst case situatie (meting op lamp) het E-veld van de afzonderlijke harmonischen in het frequentiegebied van 27 kHz – 43 kHz de ICNIRP-referentieniveaus (tabel 2) overschrijdt wanneer ze afzonderlijk t.o.v. hun betrokken limietwaarde getoetst worden, wordt formule [1] toegepast om na te gaan of dit ook het geval is bij toepassing van de sommatieformule.

Ofschoon in de figuren van de bijlage aangetoond wordt dat meerdere harmonischen kunnen optreden werd voor toepassing van formule [1] uitgegaan van de harmonische met een substantiële sterkte van het E-veld.

Tabel 4 toont voor de worst case situatie (metingen op de lamp) de frequenties (Freq. in Hz), het overeenkomstig E-veld (V/m) en het resultaat van de sommatieformule. Op basis van de som die in de voorlaatste rij van de tabel voor iedere lamp bekomen werd wordt afgewogen of de sterkte van het E-veld conform is met de limietwaarde van 1 of niet.

Tabel 4: Frequenties (Hz) en overeenkomstige E-velden (V/m) waarop sommatieformule [1] in de worst case situatie toegepast werd

Freq. E-veld	Lampnummer									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hz	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
V/m	1322	1475	1079	1435	1895	815	1640	567	290	318
Hz	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
V/m	129	172	102	91	631	346	16	5	13	27
Hz	150	150	150	150	200	200	150	100	150	150
V/m	63	116	23	82	12	51	42	5	2	10
Hz	27000	30000	26000	43000	42000					
V/m	396	440	382	288	410					
Hz	85000	90000	80000	87000	83000					
V/m	21	20	16	15	12					
Som	0,42	0,49	0,33	0,42	0,68	0,33	0,36	0,12	0,06	0,08
Som berekend volgens formule [1] is voor iedere lamp kleiner dan 1										

Noteer dat bij de lampen van 6 tot 10 de frequentie van de harmonischen niet groter is dan 150 Hz.

Daar we uit deze tabel kunnen besluiten dat de gesommeerde sterkte van het E-veld in de worst case situatie conform is met de limietwaarde van 1 zal dit zeker het geval zijn voor E-velden die op verdere afstanden van de respectievelijke lampen gemeten werden. De som van de verhouding van het gemeten E-veld tot de referentiewaarde is bij de controlelampen (lamp 9 en 10) substantieel kleiner dan bij de spaarlampen. Deze som is voor het ongekeerde lamptype (nr 8) merkkelijk kleiner dan de som die gevonden werd voor de andere spaarlampen.

- **Sommatieformule voor het magnetisch veld**

Daar het magnetische inductieveld (B-veld) dat op iedere lamp gemeten werd (worst case situatie) substantieel kleiner is dan de referentiewaarde van ICNIRP(1998) (zie tabel 2) kan besloten worden dat de sterkte van het magnetisch veld conform is met de limietwaarde en moet de sommatieformule bijgevolg niet toegepast worden.

Onze bevinding dat de elektrische en magnetische velden van de spaarlampen conform zijn met de richtlijnen wordt bevestigd door het onderzoek van de “Swiss Federal Office of Health” in 2004 dat uitwees dat beide velden verschillende orde van grote kleiner waren dan de referentieniveaus van de “Aanbevelingen van de Europese Raad (1999/519/EC). De referentieniveaus van de Europese raad zijn dezelfde als die van ICNRIP(1998).

Dezelfde bevestiging van onze waarnemen wordt gegeven door de resultaten van Dürrenberger G. and Klaus G. (2004) die vonden dat het niveau van het ELF elektrisch veld dat op 30 cm van spaarlampen gemeten werden meer dan 500 kleiner is dan het referentieniveau van de ICNRIP(1998)

5.3 EMC en interferentie met pacemakers

Criirem suggereert dat de elektromagnetische velden die door spaarlampen geproduceerd worden vanaf een elektrisch veld met een sterkte van 3 V/m tot 10 V/m kan interfereren met elektrische en elektronische uitrustingen en verwijst daarvoor naar de EMC-richtlijn 2004/108/CE (Ref. 6).

Ofschoon de meetresultaten van het huidig rapport zich niet toespitsen op de EMC-problematiek van de ELF en RF-velden van spaarlampen volgt hier een beknopte toelichting over de eventuele interferentie die kan optreden tussen elektromagnetische velden (EMV-en) en pacemakers, ferromagnetische of andere elektronische implantaten. Daar de resultaten in het licht staan van het eventueel effect op de mens wordt niet ingegaan op EMC-storingen die zouden kunnen optreden bij elektrisch en elektronische uitrusting in de industriële omgeving.

De aandacht van de interferentieproblematiek tussen EMV-en en elektronische implantaten is hoofdzakelijk toegespitst op de storingen die hoofdzakelijk bij oudere pacemakersmodellen kunnen optreden. Sinds 1992 dragen meer dan 1,5 miljoen mensen een pacemaker en jaarlijks neemt dit aantal met ongeveer 100.000 eenheden toe (Ref. 7).

EMV-en kunnen op twee verschillende manieren met een pacemaker interfereren:

1. directe invloed op de circuits in de pacemakers
2. indirecte invloed door inductie van stroompjes in de katheterdraad

Er werd aangetoond dat vooral EMV-en met een frequentie lager dan 200 MHz een indirecte invloed hebben op pacemakers. De katheterdraad werkt als antenne en veroorzaakt stroompjes in de pacemaker die de werking ervan kunnen verstoren. Het aanbrengen van filters kan deze storingen voorkomen.

Betreffende de interferentie tussen het statisch magnetisch veld en pacemakers, ferromagnetische of andere elektronische implantaten verwijzen we naar de ICNIRP-richtlijn van 1994 (Ref. 8).

Volgens de IRPA/INIRC richtlijnen van 1990 (Ref. 9), die tevens verwijzen naar UNEP/WHO/IRPA van 1987 (Ref. 10) zou de interferentiedrempel van het 50 Hz ELF magnetisch veld met pacemakers tussen 100 μ T en 200 μ T liggen. IRPA merkt op dat de kans zeer klein is dat een magnetisch veld kleiner dan deze drempel het functioneren functie

van pacemakers kan storen. Met meer moderne pacemakers wordt de kans op interferentie steeds kleiner.

Voor wat het 50 Hz elektrisch veld betreft, werd beneden de 2,5 kV/m geen interferentie met pacemakers in de literatuur beschreven (Ref. 8, Ref. 10).

In de Duitse voornorm DIN VDE 0848 (Ref. 11) worden RF-blootstellingsnormen geformuleerd die betrekking hebben op pacemakers die vóór 1990 gemaakt werden. Sinds 15 januari 1996 is de Europese norm EN 50061/A1 “Veiligheid van geïmplanteerde pacemakers” (Ref. 12) van kracht. Alle pacemakers die na deze datum geïmplanteerd zijn, moeten aan deze norm voldoen. De grenswaarden van beide normen worden in tabel 5 vermeld.

Tabel 5: Blootstellingslimieten voor dragers van pacemakers

Frequentie (MHz)	Blootstellingslimiet (V/m)	
	Voornorm DIN VDE	EN50061/A
0,5	26,4	587
1	19,7	587
2	14,3	587
10	8,8	470
20	5,0	235
30	1,2	156

Indien we de gemiddelde sterkte van het elektrisch veld die voor de verschillende afstanden in tabel 2 samengevat zijn vergelijken met de 2,5 kV/m drempel voor interferentie bij een frequentie van 50 Hz stellen we vast dat het E-veld van spaarlampen bij deze frequentie (zie bandbreedte meting 12 – 1 kHz van tabel 2) de werking van de pacemakers niet zal verstoren.

Indien we echter het gemiddelde E-veld dat voor de verschillende afstanden bekomen werd in het RF-gebied (zie bandbreedte meting 1,2 – 100 kHz van tabel 2) met de DIN VDE en de EN50061/A norm van tabel 5 willen vergelijken wordt een ruwe extrapolatie van de frequentie van tabel 5 doorgevoerd naar de RF-frequenties van de spaarlampen die wij gemeten hebben. De middelste waarde van het gemeten RF-gebied tussen het 27 – 90 kHz is 72 MHz. Dit is ongeveer 14 keer kleiner dan de 1 MHz met een overeenkomstige limiet van 19,7 V/m. Uit tabel 5 berekenen we dat de limietwaarde gemiddeld met ongeveer 5,4 V/m (19,7 – 14,3) vermeerderd per frequentieverlaging van 1 MHz. Bijgevolg zou de blootstellingslimiet van de DIN VDE voornorm waarmee wij onze resultaten van tabel 2 moeten vergelijken ruwweg genomen bij $(19,7 + (5,4 \times 1000 \text{ kHz}/72 \text{ kHz}))$ 96 V/m liggen. Dit houdt in dat in het frequentiegebied van 27 – 90 kHz de limietwaarde van 96 V/m moet overschreden worden alvorens interferentie met het E-veld dat door de spaarlampen gegenereerd wordt zou kunnen optreden. Uit de vergelijking van het E-veld bekomen in het RF-gebied van tabel 2 met de limietwaarde van 96 V/m kunnen we besluiten dat binnen een afstand van 5 cm van de spaarlamp het E-veld zou kunnen interfereren met pacemakers die vóór 1990 gemaakt werden. Daar alle waarden van het E-veld in het RF-gebied van de spaarlampen van tabel 2 kleiner zijn dan de blootstellingslimieten (zonder het maken van limiettransformatie i.f.v. de frequentie) van de Europese norm EN 50061/A1 is er voor

pacemakers die gemaakt zijn na 15 januari 1996 zelfs in de worst case situatie geen interferentie met het RF E-veld van spaarlampen te verwachten. Uit de vergelijking van tabel 2 met tabel 5 leiden we ook af dat onder geen enkele omstandigheid een interferentie te verwachten is tussen E- of het B-veld van halogeen- of gloeilampen.

6 BESLUIT

6.1 Elektrisch veld

Indien de sterkte van het elektrisch veld per afzonderlijk frequentiegebied met de overeenkomstige referentieniveaus van de ICNIRP en de Europese raad vergeleken worden stellen we vast dat de blootstellingslimiet in het RF-frequentiegebied (27 – 90 kHz) tot op een afstand van 5 cm in 7 van de 8 spaarlampen en in geen enkel van de controlelampen overschreden wordt. In het 50 Hz ELF-gebied wordt het referentieniveau in geen enkel geval overschreden.

Na toepassing van de sommatieformule (waarin zowel de ELF- als de RF-veldsterkte gelijktijdig opgenomen worden) komen we echter tot het besluit dat de sterkte van het E-veld dat onder alle omstandigheden gemeten wordt conform is met de blootstellingslimiet. Volgens de interpretatie van de sommatieformule van de ICNIRP-richtlijn zijn er bijgevolg geen gezondheidsrisico's door een direct effect te verwachten.

In de context van de besluiten van de huidige resultaten, de besluiten van de "Swiss Federal Office of Health" en van Dürrenberger G. and Klaus moeten de alarmerende uitspraken van Criirem over het risico van spaarlampen op zijn minst in vraag gesteld worden en dit des te meer omdat hun risicobeoordeling stoelt op de afweging van hun resultaten tegen een blootstellingslimiet die gebaseerd is op een ander actiemechanisme dan waarvoor de spaarlamp verantwoordelijk kan worden gesteld.

Voor wat een eventueel indirect effect betreft door mogelijke interferentie van het door de spaarlampen geproduceerde E-veld met pacemakers is het niet uitgesloten dat oudere pacemakers (van vóór 1990) binnen een afstand van 5 cm door het elektrisch veld van het radiofrequentiegebied verstoord kunnen worden. In dit opzicht is er overeenstemming met de mededeling van Criirem.

Bij pacemakers die na januari 1996 gebouwd werden is zelfs in de worst case situatie geen interferentie te verwachten tussen de RF velden die geproduceerd worden door spaarlampen E-veld en pacemakers.

Bij halogeen- en gloeilampen is interferentie tussen E-veld onder alle omstandigheden uitgesloten.

6.2 Magnetisch veld

Het magnetisch veld is onder alle omstandigheden conform met de blootstellingslimieten en houdt bijgevolg volgens de interpretatie van de richtlijn geen gezondheidsrisico's in.

7 AANBEVELINGEN

Omdat men niet zeker is of het lichaam reageert op de veldsterkte van de afzonderlijke frequenties of op de veldsterkte van de som van de frequenties wordt op basis van de gemeten E-velden voorzichtigheidshalve aangeraden de afstand tussen spaarlamp en mens op tenminste 10 cm te houden. Dit geldt zowel voor de leefomgeving thuis als voor de kantooromgeving van het werkmilieu.

Om onder alle omstandigheden interferentie met zowel oude (vaak weten dragers niet wanneer hun pacemaker gebouwd werd) als nieuwe pacemakers te voorkomen wordt veiligheidshalve aangeraden de spaarlamp die als bureaulamp, nachtlamp of voor andere huishoudelijke of kantoordoeleinden gebruikt wordt op een minimale afstand van 20 cm te plaatsen of te hangen.

8 REFERENTIES

- Ref. 1 Criirem. Centre de Recherche et d'information Indépendantes sur les Rayonnements Electromagnétiques. Ampoules à économie d'énergie : Alerte à l'allumage électropolluant. Communiqué du 26/09/2007.
- Ref. 2 ICNIRP (1998), Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics Vol. 74, No 4, pp 494-522, 1998 <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>
- Ref. 3 EC Council Recommendation (1999/519/EC), [COUNCIL RECOMMENDATION of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields \(0 Hz to 300 GHz\)](#)
- Ref. 4 Deliverable report D5ter: Report on Hypersensitivity, <http://www.jrc.cec.eu.int/emf-net/reports.cfm>.
- Ref. 5 Dürrenberger G. and Klaus G. (2004), EMF von Energiesparlampen: Feldmessungen und Expositionsabschätzungen mit Vergleich zu anderen Quellen im Alltag. DIS-Projekt Nr. 100898, DIS-Vertrags Nr. 151050. Schlussbericht November 2004.
- Ref. 6 Directive 2004/108/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility and repealing Directive 89/336/EEC. L390/24, Official Journal of the European Union 31.12.2004.
- Ref. 7 Gezondheidsraad Nederland: Commissie Radiofrequente straling (1997). Radiofrequente elektromagnetische velden (300 Hz – 300 GHz). Bijlag E: Elektromagnetische interferentie van pacemakers, pp. 97 – 99.
- Ref. 8 ICNIRP (1994), Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields. Health Physics January 1994, Vol. 66, Nr 4.
- Ref. 9 IRPA/INIRC International Non-ionizing Radiation Committee of the International Radiation Protection Association Guidelines (1990) Interim Guidelines on Limits of Exposure to 50/60 Hz Electric and Magnetic Fields. Health Physics Vol. 58, Nr 1 January 1990.
- Ref. 10 UNEP/WHO/IRPA (1987) United Nations Environment Programme/World Health Organization/International Radiation Protection Association. Environmental Health criteria 69. Magnetic fields. Geneva: World Health Organization: 1987
- Ref. 11 Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE) (1991). Sicherheit in elektromagnetischen Feldern. Schutz von Personen im Frequenzbereich von 30 kHz bis 300 GHz. Entwurf VDE 0848 Teil 2 1991.

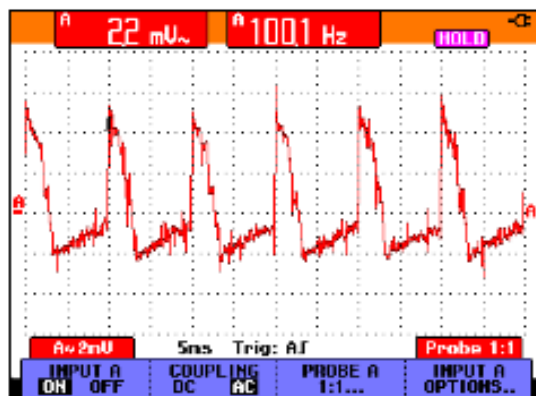
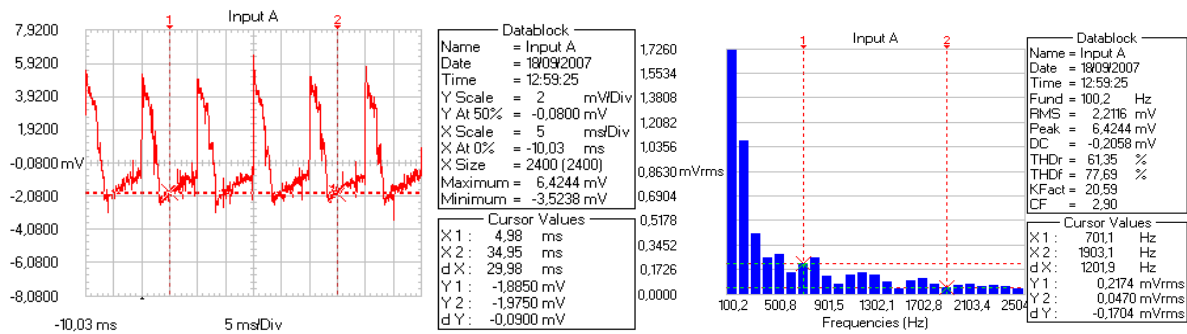
Ref. 12 CENELEC (1995). European Committee for Electrotechnical Standardization. Safety of implantable cardiac pacemakers. Brussels: CENELEC, 1995 (European standard EN 50061-/A1).

Ref. 13 TC106X/DE0025/NP. Safety in electric, magnetic and electromagnetic fields Part 3-1: Protection of persons with active implantable medical devices in the frequency range from 0 Hz to 300 GHz

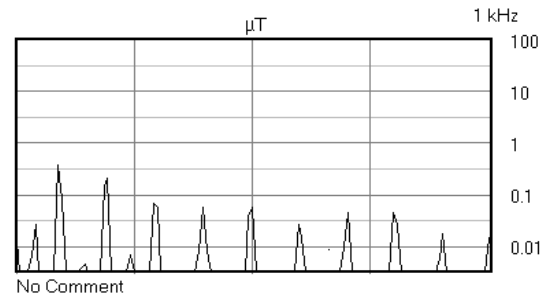
9 BIJLAGE : GOLFORM EN FREQUENTIEANALYSE

De volgende reeks figuren geven een overzicht van de kenmerken van de elektromagnetische velden van verschillende spaarlampen. Deze figuren zijn informatief om aan te tonen dat de lampen op verschillende frequenties werken, een verschillende golfvorm en een verschillende harmonische inhoud hebben.

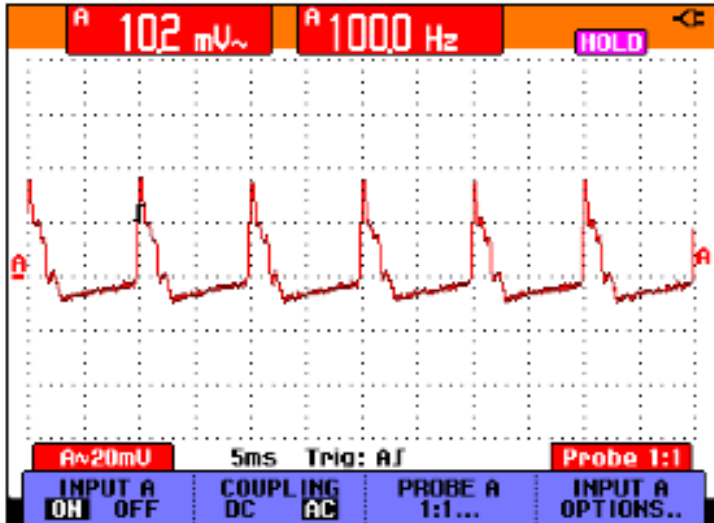
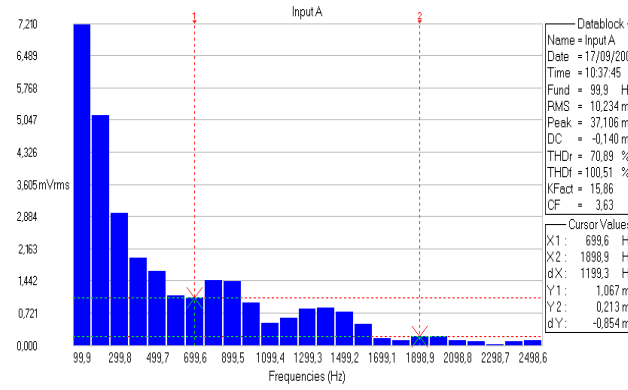
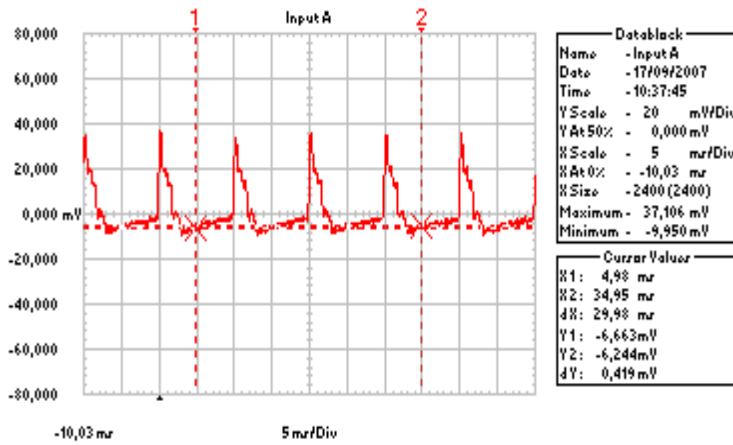
Lamp 1 ECTRON 11W



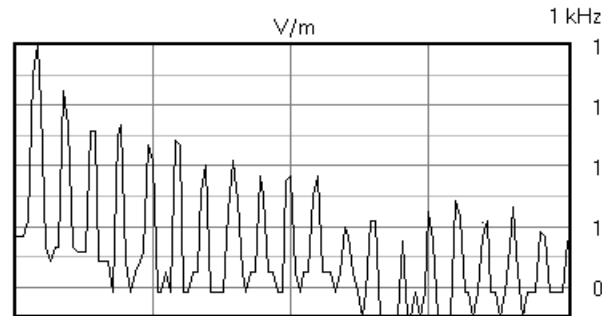
EHP 50 29.10.07 14.32.14
Level: 0.50 μ T (Wide Band)



Lamp 3 ECTRON 20W

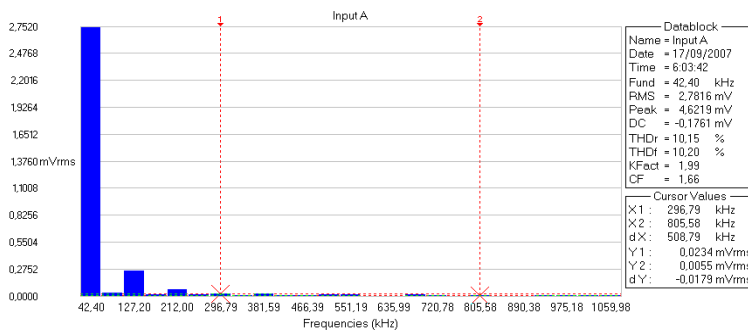
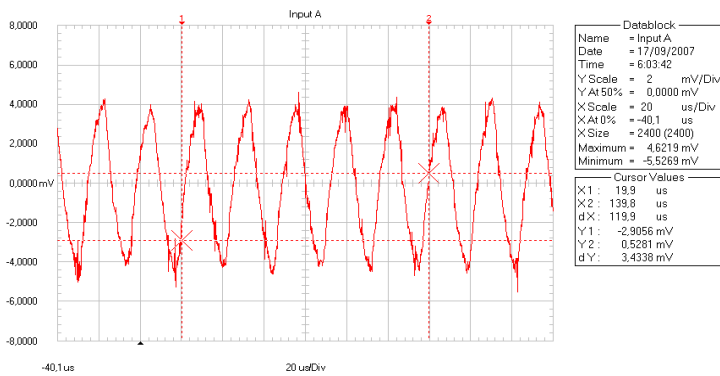


EHP 50 06.11.07 16.40.47
Level: 1070,29 V/m (Wide Band)

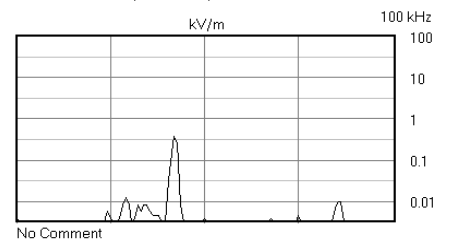


No Comment

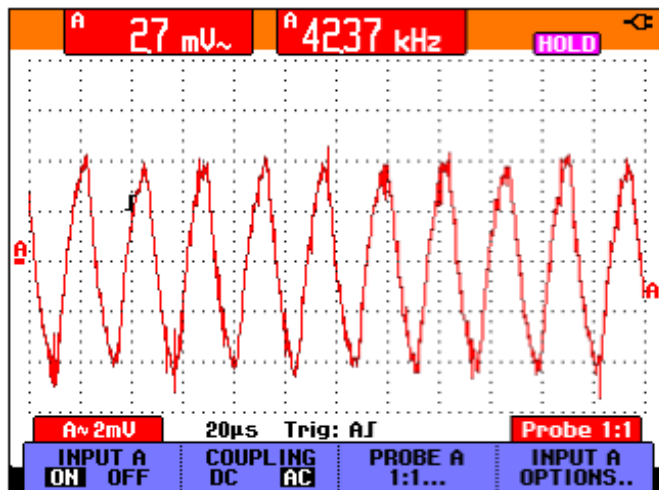
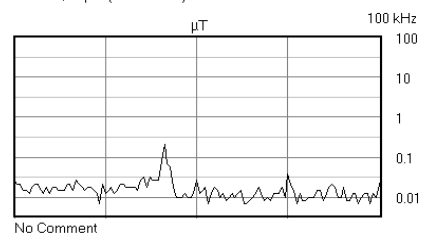
Lamp 5 OSRAMDULUX DIM 20W



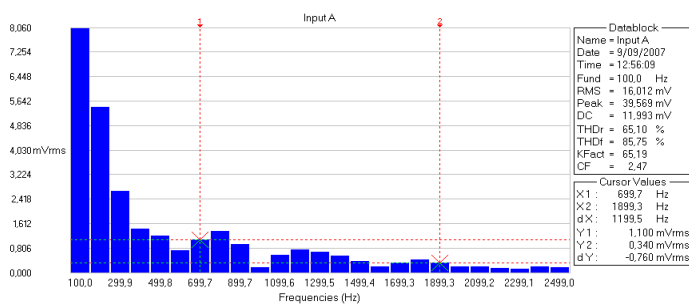
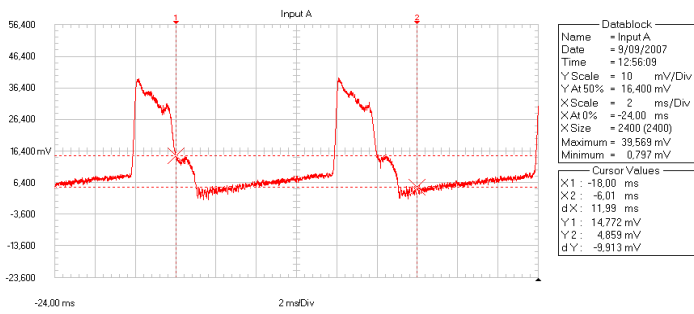
EHP50 29.10.07 15.50.54
Level: 0.51 kV/m (Wide Band)



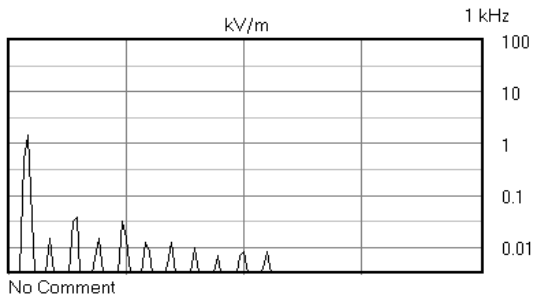
EHP50 29.10.07 15.51.33
Level: 0.36 μT (Wide Band)



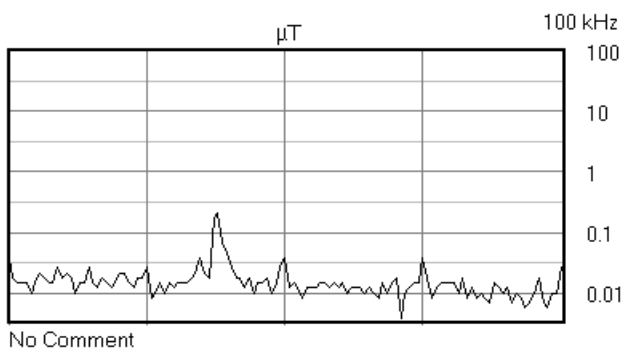
Lamp7 IKEA SU320 20W



EHP 50 05.11.07 14.29.14
Level: 1.65 kV/m (Wide Band)



EHP 50 29.10.07 17.30.28
Level: 0.33 μT (Wide Band)



EHP 50 29.10.07 17.30.55
Level: 0,58 kV/m (Wide Band)

