



SIMULTANEOUS IRRADIATION FROM SEVERAL EMF SOURCES. PEAK POWER LIMITS

Abstract: In this paper presents effect of the Simultaneous irradiation from several EMF sources. In a situation where a person is irradiated simultaneously from many different sources, it is necessary to take into account the total energy acting on the object. However, since different frequencies have different allowable limits, the summation method used must be related to the fractions of the allowable value, the measured value to the permitted value.

Author information:

Dragomir Vasilev

Department of Communication and Computer Technologies,
Faculty of Technical Sciences,
Konstantin Preslavsky University of Shumen
✉ d.vasilev@shu.bg
🌐 Bulgaria

Keywords:

Electromagnetic field, Simultaneous irradiation, Peak power, Induction values, EF Strengths.

Едновременно облъчване

В ситуация, при която човек е облъчен едновременно от множество различни източници е необходимо да се вземе предвид общата енергия, въздействаща върху обекта. Тъй като обаче различните честоти имат различни разрешени граници, използваният метод за сумиране трябва да бъде свързан с фракциите от разрешената стойност, т.е. измерената стойност към разрешената стойност.

Например някои свързани с това документ, първоначално използват много проста формула, приложима за напрегнатостта на ЕМП. Въпреки това беше напълно променено и интерпретацията вече до голяма степен съответства на концепциите, но не и на детайлите на ICNIRP98.

Документът IEEE99 използва метода за квадратиране на съотношенията на полето „измерено количество към позволено ниво“ и е реално приложим. Всички изготвени стандарти трябва да бъдат работещи, тъй като техните разпоредби ясни и недвусмислени.

ICNIRP98 обхваща сумирането на: индуцирани токове, контактни токове и електрически, и магнитни полета. Както беше отбелязано по-горе, се набляга на сумирането на количествата в резултат на възможните ефекти, т.е. под 100 kHz преобладават ефектите на електрическа стимулация, над 10 MHz се проявяват топлинни признаци, а от 100 kHz до 1 MHz и двата ефекта може да се проявят.

Описаният подход е с недостатък при определяне на напрегнатостта над 300 MHz, тъй като изисква измерване на електрическото и магнитното поле до 300 GHz а последното не е възможно. Производители на оборудване твърдят, че може да се измери магнитно полета до 1500 MHz, като общата методология включва сумиране на квадратите на фракциите „измерени стойности / разрешени стойности“ за всички необходими честоти. [1]

Ако вземем случая с честота над 1 MHz, частта от „100 kHz до 1 MHz“ от израза за сумиране става нула и тогава трябва само да извършим изчисления с магнитното и

електрическото поле на втората част на израза. Вероятно повечето измервания се извършват над 1 MHz. Например, с два източника на честота f_1 и f_2 , и двата > 1 MHz, имаме:

$$(E_1/E_{p1})^2 + (E_2/E_{p2})^2 \leq 1 \text{ и } (H_1/H_{p1})^2 + (H_2/H_{p2})^2 \leq 1, \quad (1)$$

където E_1, H_1 , и т.н. са измерените стойности а, E_{p1}, H_{p1} и т.н. са допустимите стойности т съответните таблици били те публично достъпни или специализирани. И двете изисквания трябва да бъдат изпълнени.

Така няма голяма разлика между стандартите при изчисляване на едновременно облъчване над 1 MHz, като се използва квадратиране на съотношенията „измерени стойности / разрешени стойности“, освен доколкото разрешените граници се различават във всеки стандарт.

Интересно е да се отбележи, че стандартът NRPB93, модифициран от доклад NRPB 301, когато се занимава с топлинни ефекти при излъчване над 10 MHz, определя или преобразува величините на полето в еквивалентни плътности на мощността на равнинна вълна - в този случай се използва простото съотношение "еквивалентна плътност на мощността / разрешена плътност на мощността" и квадратирането е неподходяща макар, че измерените величини на полето и съответните им разрешени нива са на квадрат като примера на стандарт ICNIRP по-горе. Проблемът за измерване на честотните магнитни полета, споменат по-горе, е също толкова приложим.

Уредите за измерване на напрегнатостта всъщност дават еквивалентна плътност на мощността на равнината на вълната по отношение на действително измереното E или H поле, така че измерените стойности могат да се използват директно при първия вариант.

Необходимо е известно внимание при работа със системи едновременно облъчване, като например някои радарни системи, такива системи, които излъчват двата импулса, разделени във времето, но тази времева разлика е малка в сравнение с определеното време за усредняване и двата предавателя ще излъчат енергия която ще трябва да бъде сумирана. [4]

Пикова мощност.

Необходимостта от ограничаване на излагането на човека на пикова импулсна енергия е призната от дълго време, но винаги е имало трудности при установяването на механизъм за определяне на допустимите граници.

Задължителен фактор $DF =$ продължителност на импулса t_p (сек), умножена по броя на импулсите в секунда (Hz). Това дава число < 1, типичната стойност е 0,001. По-лесно е да използвате реципрочната стойност, която в този пример е $1/0.001 = 1000$.

$$S_{mean} \times 1/DF = S_{pk}, \quad (2)$$

където:

S_{mean} е средна плътност на мощността;

$1/DF$ - коефициент на реципрочност;

S_{pk} - пикова импулсна плътност на мощността.

По този начин за разрешена средна плътност на мощността от 50 Wm^{-2} и $1/DF = 1000$:

$$S_{pk} = 50\,000 \text{ Wm}^{-2} \text{ (} 50 \text{ kWm}^{-2}\text{)}.$$

Определяне на границите на пикова импулсна мощност

Основните методи, използвани за определяне на граница за S_{pk} , обикновено са даване на специфични граници на максимална плътност на импулсната мощност или определяне на граница за импулсна енергия (Jm^{-2}). [2]

По стандарт ICNIRP98, това осигурява пикова импулсна плътност на мощността и съответните полеви компоненти над 10 MHz с помощта на множител, така че нормалните граници на средната плътност на мощността в стандарта да се умножат по 1000. За условия на равнинна вълна това съответства на $\sqrt{1000} = 32$ пъти компонентите на електрическото и магнитното поле. Под 10 MHz се прилагат други ограничения. Аритметично, това е прост метод за справяне с проблема с радарите и подобни съоръжения, но все пак определя ограничение. Например при честота 2 GHz (средна граница на плътността на мощността $50 Wm^{-2}$) границата на работа за пикова импулсна плътност на мощността ще бъде $50 \times 1000 = 50\,000 Wm^{-2}$. Със само един импулс в рамките на $t_p = 20 \mu s$ енергията във всеки импулс ще бъде $50\,000 \times 20 \times 10^{-6} = 1 Jm^{-2}$, малко по-високо, отколкото е позволено по стандарта NRPB93.

Ограничението възниква по силата на свободния коефициент, или множителят от 1000 съответства на типичен DF от 0,001. При по-малки свободни коефициенти (където $DF < 0,001$) ще доведе до върхова плътност на мощността, надвишаваща границата на определена в ICNIRP98 на места, където средната плътност на мощността е равна на средната граница определена от ICNIRP - $50 Wm^{-2}$, използвана в горния пример, ако средната плътност на мощността е разрешената $50 Wm^{-2}$ а свободния коефициент е 0,0008 (реципрочен = 1250), това би дало пикова плътност на мощността в импулса равен на над $50\,000 Wm^{-2}$. За да се постигне границата, разрешената средна експозиция на напрегнатост на мощността трябва да бъде намалена пропорционално.

Стандарт NRPB93 - разпоредбата в този стандарт, както беше отбелязано е, че за всеки период от 30 μs енергийната плътност не трябва да надвишава $0,28 Jm^{-2}$, например: за един единичен импулс от 10 μs ($1 \times 10^{-5}s$) в посочения „прозорец“

$$S_{pk} = 0.28 / (1 \times 10^{-5}) = 28000 Wm^{-2}. \quad (3)$$

Един импулс от 2 μs за същия период би дал $S_{pk} = 140\,000 Wm^{-2}$. Ако в периода от 30 μs се появи повече от един импулс, трябва да се сумират времената им. Граничният случай би бил $t_p = 30 \mu s$ и ще даде $S_{pk} = 9333 Wm^{-2}$. Вижда се, че за един много тесен импулс в рамките на 30 μs стойността на S_{pk} може да бъде изключително висока защото общата енергийна основа при единичен импулс от 1 μs ще даде $S_{pk} = 280\,000 Wm^{-2}$.

Тъй като може да има големи вариации в коефициента при различните съоръжения и експлоатационни условия, е необходимо да се гарантира, че както пиковата плътност на мощността на импулса, така и средната плътност на мощността ще бъдат допустими на съответното място при най-лошия случай на промяна в работните условия.

Други методи за определяне на пикова импулсна плътност на мощността IEEE99. Стандартът IEEE C95.1–1999 предоставя изрази за изчисляване на пикова плътност на мощността и също така за ограничаване на енергийната плътност, когато продължителността на импулса надвишава 100 ms. Той също така определя абсолютна граница за стойността на електрическото поле като $100 kWm^{-1}$ на основа на нивото на пробивно напрежение във въздуха. [3]

References:

1. Ellis, F. P. et al., Physiological Responses to Hot Environments; special report, Series No. 298. Medical Research Council, London
2. Code of Practice – Masts and aerials, B5248 UK Dept. of the Environment.
3. Adair, E. R., Thermophysical Effects of Electromagnetic Radiation; IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, March 1987
4. Buzov AL, Kolchugin Yu. I., Paltsev Yu. P. Ecological aspects of EMI of mobile stations of mobile communication systems // Occupational medicine and industry. Ecology. - 1996