

Магнетно поле на CRT и LCD телевизори – едноставен пример за лабораториска поставка од електромагнетизам

Љубчо Јованов, Катерина Дрогрешка

Сеизмолошка опсерваторија при Природно-математички факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Р. С. Македонија

Апстракт. Изведувањето на експерименти користејќи предмети од секојдневието, може значително да го зголеми интересот на учениците кон науката. Така, во процесот на совладување на проблематиките од електромагнетизам, како едноставна, а прилично едукативна лабораториска поставка може се искористат телевизорите кои сите ги поседуваат во домовите, притоа користејќи ги мобилните телефони како главен мерен уред. Целта е да се согледа постоењето на електрично и магнетно поле во CRT и LCD системите, како и дејството на Лоренцовата сила врз електроните. Дополнително, со ваква поставка може да се одреди и зависноста на јачината на магнетното поле од оддалеченоста од изворот, но и влијанието на надворешни магнетни полиња врз квалитетот на сликата на телевизорот (промена на патеката на електроните).

Кључне речи: тв, LCD тв, магнетно поле, мобилен телефон.

ВОВЕД

Телевизијата како значајна општествена појава, поради својата пристапност и широк делокруг, претставува ефективна алатка за ширење на информации. Историјата на телевизискиот изум, односно појавата на првите телевизори не е подолга од 100 – тина години.

Откривањето на телевизорите е изум што не може да се препише само на еден научник. Станува збор за научни активности на група научници каде секој со свој придонес е евидентиран во историјата на откривањето на телевизорот. Оваа технологија еволуирала од своите почетоци, со важни технолошки варијации, како преминот од механички (аналогни) телевизиски системи до дигитални телевизиски системи.

Всушност еволуцијата – историјата на развојот на телевизијата започнува од CRT (Cathode Ray Tube) телевизорот, кој е најзастапен и првиот во низата на различни типови на телевизори (негативност е големото електромагнетно зрачење), потоа продолжува со појавата на LCD телевизорите кои се карактеризираат со многу подобар квалитет на сликата, но и помало електромагнетно зрачење, па се до LED и OLED телевизорите кои се напредни, иновативни уреди со фокус на тридимензионален, живописен приказ на слика. Со секоја следна технологија се овозможува подобро персонално корисничко искуство, но и значително намалено електромагнетно зрачење.

Она што го знаеме е дека енергијата која низ празен простор или низ материјална средина се шири во облик на електромагнетни бранови претставува електромагнетно зрачење. Електромагнетното зрачење кое потекнува од различните типови на телевизори

е нејонизирачко зрачење. Неговото постоење кај луѓето може да создаде низа здравствени проблеми, односно да има штетно дејство врз секоја жива клетка, менувајќи го поларитетот на клеточната мембрана на клетката и нејзината функција [1].

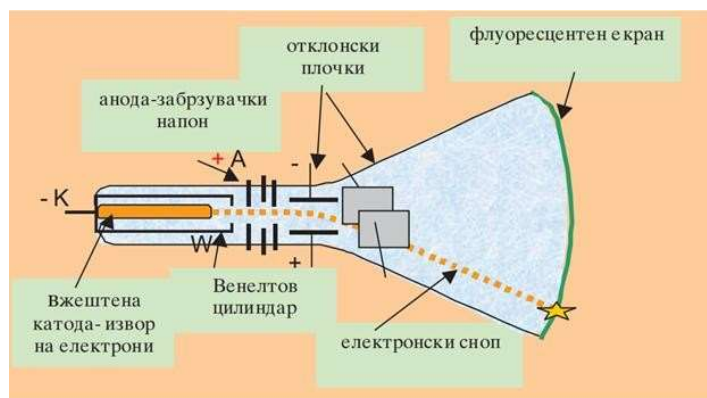
ПРИНЦИП НА РАБОТА НА CRT И LCD ТЕЛЕВИЗОРИ

Појавата на првите телевизори помеѓу народот познати како „дебели телевизори“ датира уште од крајот на 19-ти и почетокот на 20-ти век. Главниот градбен елемент на првите CRT телевизори е катодната цевка. Шемата на пресек на една катодна цевка е дадена на Слика 1.

Основниот принцип на работа кај катодната цевка е следниот: електроните се емитираат од загреана катода, формирајќи електронски сноп насочен со помош на напон донесен на Венелтов цилиндар (W). Електроните се забрзуваат со помош на силно електрично поле помеѓу катодата (K) и системот аноди (A) (две или повеќе). Падот на електронскиот сноп врз екранот, премачкан со флуоресцентна материја, овозможува појава на светла точка. На патот до екранот, снопот од електрони минува во просторот помеѓу два пара отклонски плочки кои се паралелно поставени и тоа хоризонтални и вертикални плочки.

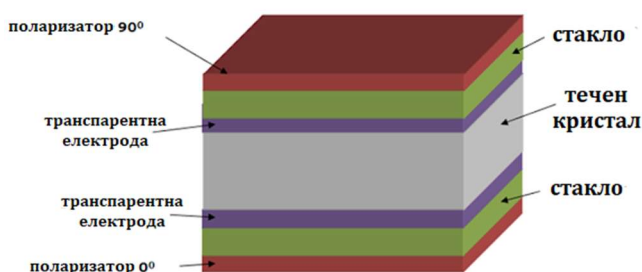
Ако на хоризонталните плочки се донесе постојан напон, тогаш на електронскиот сноп му дејствува електрична сила од полето помеѓу плочките, па отклонувањето е вертикално (горе-долу). Ако се донесе напон и на вертикалните плочки, тогаш електронскиот сноп ќе може да се поместува и во хоризонтална насока (лево-десно).

Светлите точки на екранот, како резултат на отклонувањето на снопот, но и доволно големата фреквенција на осцилирање, на екранот се следат како права линија [2,3]. Во телевизиската техника, повеќе се користи магнетното управување на електронскиот сноп, па затоа кај ваквите цевки, наместо два пара на отклонски плочки, се поставуваат два пара меѓусебно нормални калемите (навивки). Секој од калемите создава магнетно поле кое е нормално на правецот на движењето на електронскиот сноп. Со промена на струјата во калемите се менува и големината на магнетната индукција, поради која што доаѓа до поместување на електронскиот сноп [4,5].



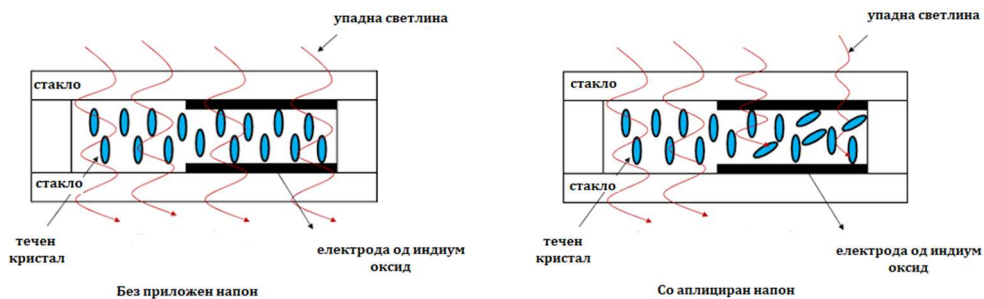
СЛИКА 1. Шематски приказ на градбени елементи на катодна цевка [5]

Појавата на таканаречената „втора“ генерација на телевизори познати како LCD (Liquid Cristal Display) започнува во 1968-та со производството на првиот експериментален LCD екран. Принципот на работа на овој тип на телевизори е прилично различен од оној на CRT. LCD телевизорите се изградени од тенок слој (10-20 μm) на течен кристал сместен помеѓу две тенки стакла. Помеѓу течниот кристал и стаклата се вметнати електроди од индиум оксид на кои се донесува надворешен напон [7]. Шематскиот приказ на градбените елементи на LCD системот се дадени на Слика 2.



СЛИКА 2. Шематски приказ на градбени елементи на LCD систем [6]

Формирањето на слика се одвива на начин што кога ќе се стартува позадински светлински извор, светлинските зраци доаѓаат до течниот кристал чии молекули ја менуваат првичната ориентација под дејство на напон донесен на електродите, со што овозможуваат поминување или сопирање на светлинскиот зрак. Шематскиот приказ на принципот на работа на LCD телевизорите е претставен на Слика 3. Дополнително за да се контролира интензитетот на крајниот зрак, LCD системите содржат и два поларизатори [7].



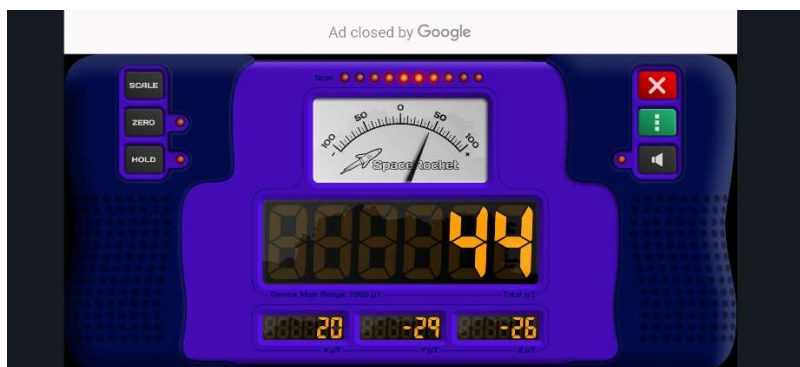
СЛИКА 3. Шематски приказ на принцип на работа на LCD систем [6]

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ПОСТАВУВАЊЕ И НАЧИН НА МЕРЕЊЕ

Постоењето на магнетни и електрични отклонски системи за контрола на движењето на електроните кај CRT и електромагнетната природа на светлината кај LCD и LED телевизорите, овозможува емисија на електромагнетни бранови од екраните кон средината, кои може да предизвикаат импликации и по човековото здравје. Според

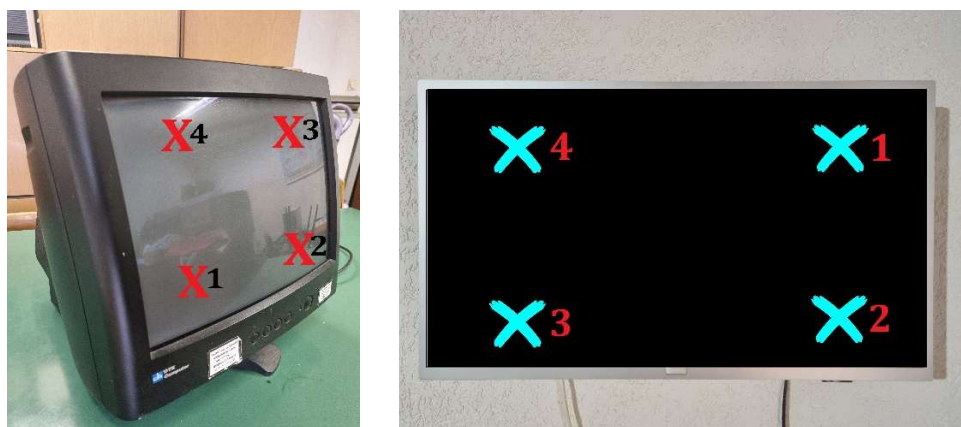
прописите на Европската Унија препорачаната максимална граница на емитираната магнетна компонента од мали, блиски до нас уреди, е $5 \mu\text{T}$ [8]. Се она што е повисоко, кога станува збор за екрани и телевизори најчесто предизвикува црвенило, замор и болка во очите. Со оваа експериментална поставка која вклучува користење на различни телевизори, од различни генерации и паметен мобилен телефон, кој во себе содржи сензор за магнетно поле, ќе се мери емитираното магнетно поле од различни точки, на различни растојанија од уредот како би се одредило минималното безбедно растојание за гледање, но и да се увиди зависноста на магнетната индукција од растојанието до изворот.

Постапката се состои во следното: се поставува телевизорот подалеку од други електронски елементи во околината како би се избегнало надворешното влијание врз мерењето. Потоа се одбираат точките од екранот на кои ќе се вршат мерењата [9]. Се црта табела во која ќе се внесуваат податоци од мерењата за сите точки на различни растојанија, почнувајќи од непосредна близина на екранот па се до неколку метри, со зголемување на растојанието помеѓу мерењата од 25 cm. Мерењата се вршат со помош на мобилен телефон, со посебна слободна апликација која може да се преземе од Google Play Store, а овозможува мерења на магнетно поле, како на пример апликацијата Magnetometer, Слика 4.



СЛИКА 4. Работна околина на апликацијата Magnetometer

Согласно препораките за користење на апликацијата (How to use делот) се врши калибрирање (скалирање) така што телефонот се поставува на поголема оддалеченост од изворот, се притиска копчето Scale и веднаш се поставува на мерната точка. Апликацијата одделно ги мери сите три компоненти на магнетното поле, но дава и апсолутна вредност. При извршување на експериментот увидовме дека поедноставно е доколку се врши мерење само на x компонентата, отколку на апсолутната вредност на магнетното поле, бидејќи кај различни уреди магнетниот сензор е поставен на различни локации, па во вкупниот резултат влегуваат и многу други зрачења и од самиот телефон. Секако ова претставува само грубо мерење за демонстративни цели, каде не се побарува голема точност на резултатите. Откако ќе се извршат мерења за сите точки, на сите растојанија, резултатите се претставуваат графички и се анализираат. Како дополнување, може да се покаже влијанието на надворешно магнетно поле врз патеката на движење на електроните т.е. дејство на Лоренцовата сила врз електроните кај CRT телевизорите, така што ќе приближиме различни магнети до екранот, по што ќе се забележи различно искривување на сликата на екранот во зависност од магнетната индукција на магнетот.



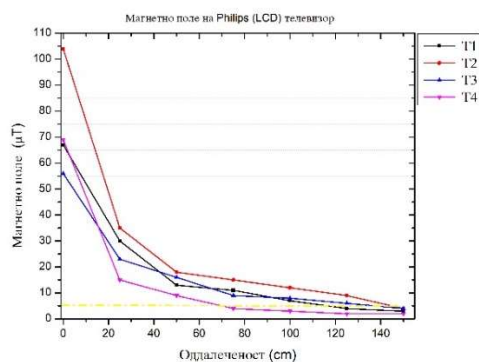
СЛИКА 5. Означени мерни точки на двата користени уреди: CRT лево и LCD десно

ТАБЕЛА 1. Табеларен приказ на добиените податоци

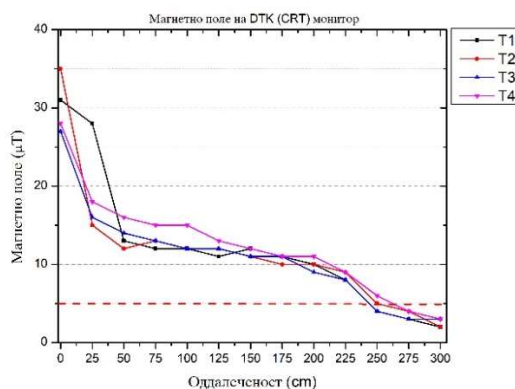
Оддалеченост (cm)	Магнетно поле на DTK (CRT) телевизор (μT)				Магнетно поле на Philips (LCD) телевизор (μT)			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Мерни точки								
0	31	35	27	28	67	104	56	69
25	28	15	16	18	30	35	23	15
50	13	12	14	16	13	18	16	9
75	12	13	13	15	11	15	9	4
100	12	12	12	15	7	12	8	3
125	11	12	12	13	4	9	6	2
150	12	11	11	12	3	4	4	2
175	11	10	11	11				
200	10	10	9	11				
225	8	9	8	9				
250	4	5	4	6				
275	3	4	3	4				
300	2	2	3	3				

Во демонстративните мерења кои ги извршивме за потребите на ова истражување беа користени два уреда – DTK CRT монитор и Philips LCD телевизор, Слика 5. Мерењата беа направени за четири различни точки од екраните за различни растојанија, се до добивање на вредност на x компонентата на магнетното поле $\leq 5 \mu\text{T}$. Бројните вредности на мерењата се прикажани во Табела 1, а графичкиот приказ на резултатите од мерењата на CRT и LCD телевизори се претставени на Слика 6 и Слика 7.

Согласно прикажаните резултати може да се заклучи дека постои огромна разлика во минималното безбедно растојание за користење на екрани од различните генерации на уреди. Минималната измерена безбедна оддалеченост од LCD екранот е 150 cm, иако во одредени точки задоволителни вредности се забележуваат на помали растојанија, додека пак за CRT екранот ова растојание е речиси двојно поголемо, односно 250 cm (Слика 6).



СЛИКА 6. Графички приказ на резултатите за LCD уред



СЛИКА 7. Графички приказ на резултатите за CRT уред

Овие резултати се и повеќе од очекувани доколку се има во предвид начинот на создавање на слика на уредите. Кај CRT системите, секој од електроните поседува различна количина на кинетичка енергија која ја добива како резултат на движењето во електричното поле внатре во цевката. Оваа енергија е поголема од енергијата потребна за да електронот стигне до флуоресцентниот екран, па затоа доаѓа до емисија на вишокот на енергија во средината, за чие целосно атенуирање е потребен подолг пат. Спротивно, кај LCD системите, емитираното зрачење кон средината се должи единствено на енергијата на светлината (светлинските фотони) која ги поминува сите компоненти на системот и се емитира во интервалот на видливата светлина. Секако доколку површината на екранот е поголема, поради промена на вкупниот магнетен флукс на системот, се очекува да дојде до зголемување на минималното безбедно растојание и кај LCD системите.

И покрај постоењето на погоре споменатите разлики, интересно е да се напомене сличната вредност на почетните вредности (на нулто растојание) кај обата система. Иако на прв поглед ова е прилично неочекувано, имајќи во предвид дека крајните делови на екранот на катодната цевка се прекриени со пластични делови, каде мерења не беа извршени, а всушност во тие делови се концентрираат многу од електроните кои не биле

доволно фокусирани, вредностите добиваат смисол. До овој заклучок се дојде кога се изврши мерење на магнетното поле над или до прекриените делови од екранот каде вредностите (по оски) надминуваа и 100 μT , а се потврди и со повисоката апсолутна вредност во однос на онаа кај LCD системите.

Како дополнување на овој експеримент, а воедно и на последниот заклучок може да се искористи веќе познатата појава на искривување на слика со приближување на надворешен магнет кон CRT екраните, при што промената на патеките на движење на електронот може да се потврди и со мерење на магнетното поле во неколку идентични точки пред и по приближување на магнетот.

ЗАКЛУЧОК

Со предложената експериментална поставка, покрај совладувањето на деловите од електроника околу основите за функционирање на телевизорите и екраните воопшто, примената на законите од електромагнетизам за движење на честичка во надворешно магнетно поле, но и општото влијанието на електромагнетните полиња на наелектризирани честички, ќе се овозможи, учениците да се запознаат и со препорачаните мерки за заштита од електромагнетни зрачења од овој тип на уреди.

Мерењата може да бидат доста комплицирани поради непредвидливите надворешни влијанија од други уреди, постоењето на електронски систем во самиот мобилен телефон кој ги менува вредностите на магнетното поле, како и константната промена на вредностите во апликацијата, поради што се наметнува потреба од брзо и прецизно работење. Графичкото претставување и анализирање на податоците за донесување на правилен заклучок, ќе помогнат во стекнување навика за експериментална работа, но и усовршување на разбирањето и интерпретирањето на научните експериментални податоци.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Стикова, Нејонизирачко зрачење, извори, влијание врз здравје и проценка на ризик, Институт за јавно здравје на Република Македонија, 2017, ISBN 978-608-235-042-4, Скопје.
2. М. Ристов, Електроника, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје, 1987, 21-28, ISBN 9989-43-014-4.
3. Н. Андоновска, М. Ристова, М. Јоноска, Физика за II година средно стручно образование, Министерство за образование и наука на Р. Македонија, 2010, ISBN 978-608-226-094-5.
4. М. Јоноска, Електромагнетизам II дел, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје, 1994,
5. М. Јоноска, М. Ристова, Електромагнетизам, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје, 2011, 229-233, ISBN 978-9989-43-336-8.
6. URL: <https://www.learnelectronicswithme.com/2020/10/liquid-crystal-displaylcd-construction.html> (28.1.2023).
7. URL: <https://www.j-display.com/english/technology/lcdbasic.html#:~:text=Principle%20of%20liquid%20crystal%20display,parallel%20with%20the%20glass%20surface> (28.1.2023)
8. B. Toth, K. Sos, L. Nanai, Examination of Magnetic Fields of Televisions, Management Science and Engineering, Vol.12, No.2, 2018, pp. 21-28, ISSN 1913-035X.
9. P. Baltrenas, R. Buckus, Research and Assessment of Safety Distance of TV Electromagnetic fields, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, Vol. 17, No.1, 2011, pp 33-39.