



ОУ "Димитар Миладинов"  
Општина Центар – Скопје  
**КЛУБ "МЛАДИ ИСТРАЖУВАЧИ"**



**ТЕСЛИН  
ТРАНСФОРМАТОР**

**област - КОНСТРУКТОРСТВО**

мај 2010

**Клуб - Млади истражувачи  
ментор – Аида Петровска**



Содржина:

1. вовед .....	стр. 3
2. шематски приказ .....	стр. 5
3. изработка на Теслин трансформатор .....	стр. 7
4. потребен материјал .....	стр. 7
5. тек на работа .....	стр. 8
6. Што се случува со уредот кога ќе се вклучи во градската мрежа? ...	стр. 8
7. Принцип на работа .....	стр. 10
8. Примена на Теслиниот трансформатор.....	стр. 13
9. Заклучок .....	стр. 16
10. Користена литература.....	стр. 17



## Вовед:

**Никола Тесла** ( роден на 10.07.1856 год. во село Смиљане во околината на Госпиќ, а починал на 07.01.1943 год. Во Њујорк ) е еден од најгенијалните пронаоѓачи од областа на електротехниката и радиотехниката. Да се потсетиме на најважните области во кои овој генијален научник го задолжил човештвото:

1. Уште како студент доаѓа до идеја за воведување во употреба на наизменичната струја наместо еднонасочната која во тоа време се користи за создавање на ротирачко магнетно поле. Идејата ја реализира по своето одење во Америка, поднесувајќи патентни пријави за полифазните струји, за принципот за пренесување, трансформирање и дистрибуција на тие струи. Со изградба на хидроцентрала на водопадите на Нијагара во 1896 година во која се вградени техничките решенија на Никола Тесла, создава услови да започне масовно користење на електричната енергија и таа да стане достапна и за обичниот човек.
2. Втората фаза на работа на Никола Тесла е периодот од 1890 до 1896 година кога главна негова преокупација се високофреквентни струи и техниката за добивање на висики напони. Од овој период потекнуваат низа технички решенија, чиј конкретен производ е апаратура која денес е позната како Теслин трансформатор која овозможува добивање на напони од повеќе милиони волти, при фреквенции од повеќе милиони херци. Струите што се добиваат со оваа апаратура, наречени Теслини струи, покажуваат низа необични особини во споредба со нискофреквентните струи. Голем број од тие нови својства ги утврдува самиот Тесла вршејќи низа спектакуларни експерименти.

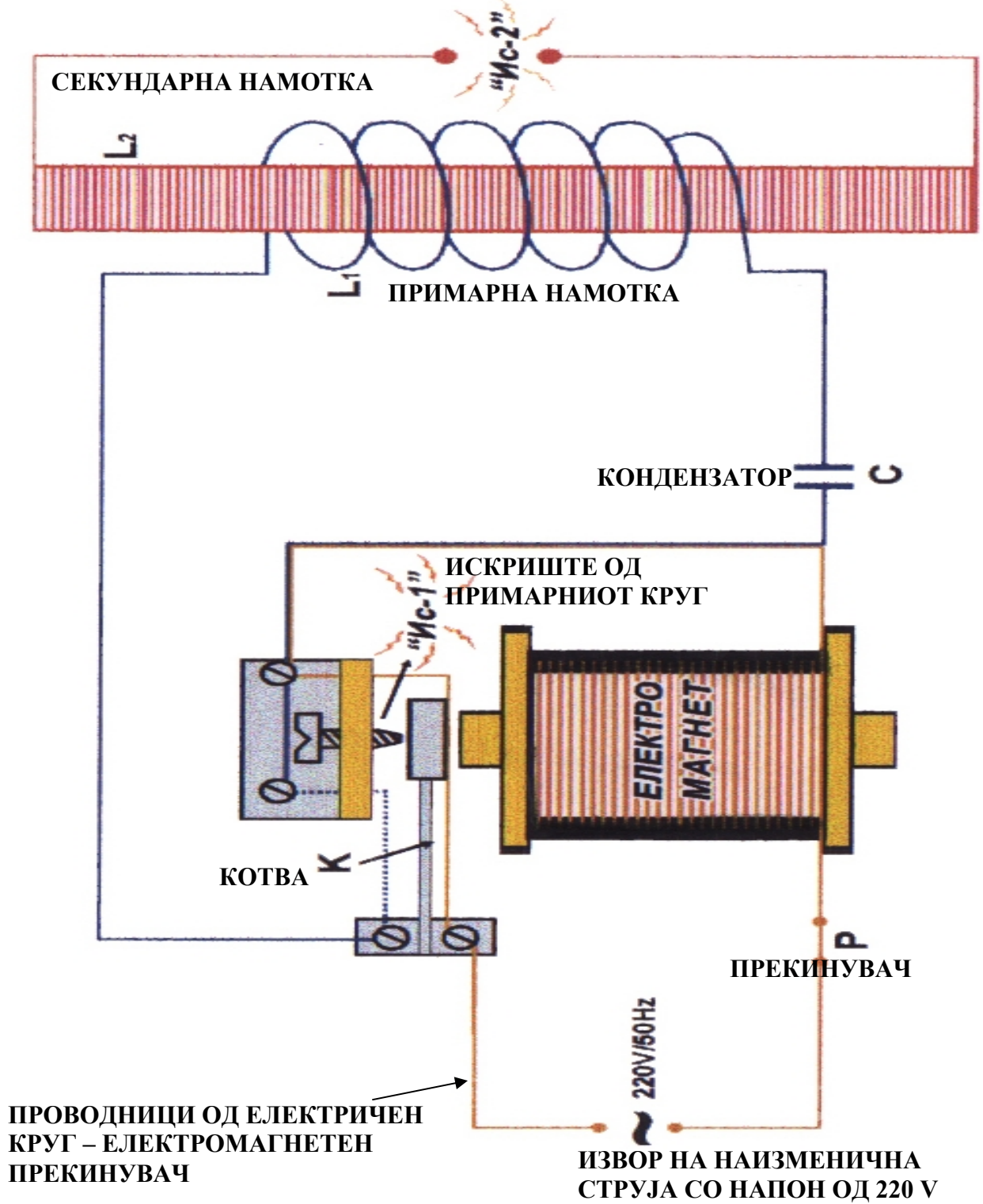


3. Трета фаза на работата на Тесла е периодот од 1896 до 1914 година кога го окупираат проблемите на радиотехниката поднесува повеќе патентни пријави: за бежичен телеграф, принцип и реализација за далечинско управување, за безжичен пренос на електрична енергија. Во оваа подрачје Теслиното визионерство доаѓа до израз зошто проектите што ги прави се далеку пред неговото време. На пример при изработката на проектот за радиостаницата во Колорадо ги наведува следниве задачи на реализација со помош на осцилаторните кругови кои веќе ги применувал:
- Воспоставување врска со телеграфските станици на цела земјина топка;
  - Воспоставување на телефонски врски;
  - Пренесување на музички настани и вести низ целиот свет;
  - Пренесување и репродукција на електромагнетни бранови.

Многу од овие проекти на Тесла нашле широка примена. Пронајдоците на Тесла ги демонстрирал пред своите колеги. Посебен впечаток оставил со високофреквентните струи, предизвикувал восхит и страв бидејќи на ретко кој човек му било јасно што се случува. Затоа многумина од тогашните научници Никола Тесла го сметале за волшебник. Оваа негово волшебство и нас не поттикна да го изработиме овој трансформатор. Тоа поточно е осцилатор со трансформатор кој произведува струи со висока фреквенција и висок напон. Високофреквентните струи се наизменични струи чија фреквенција е поголема од илјада херци ( 1000 Hz ).

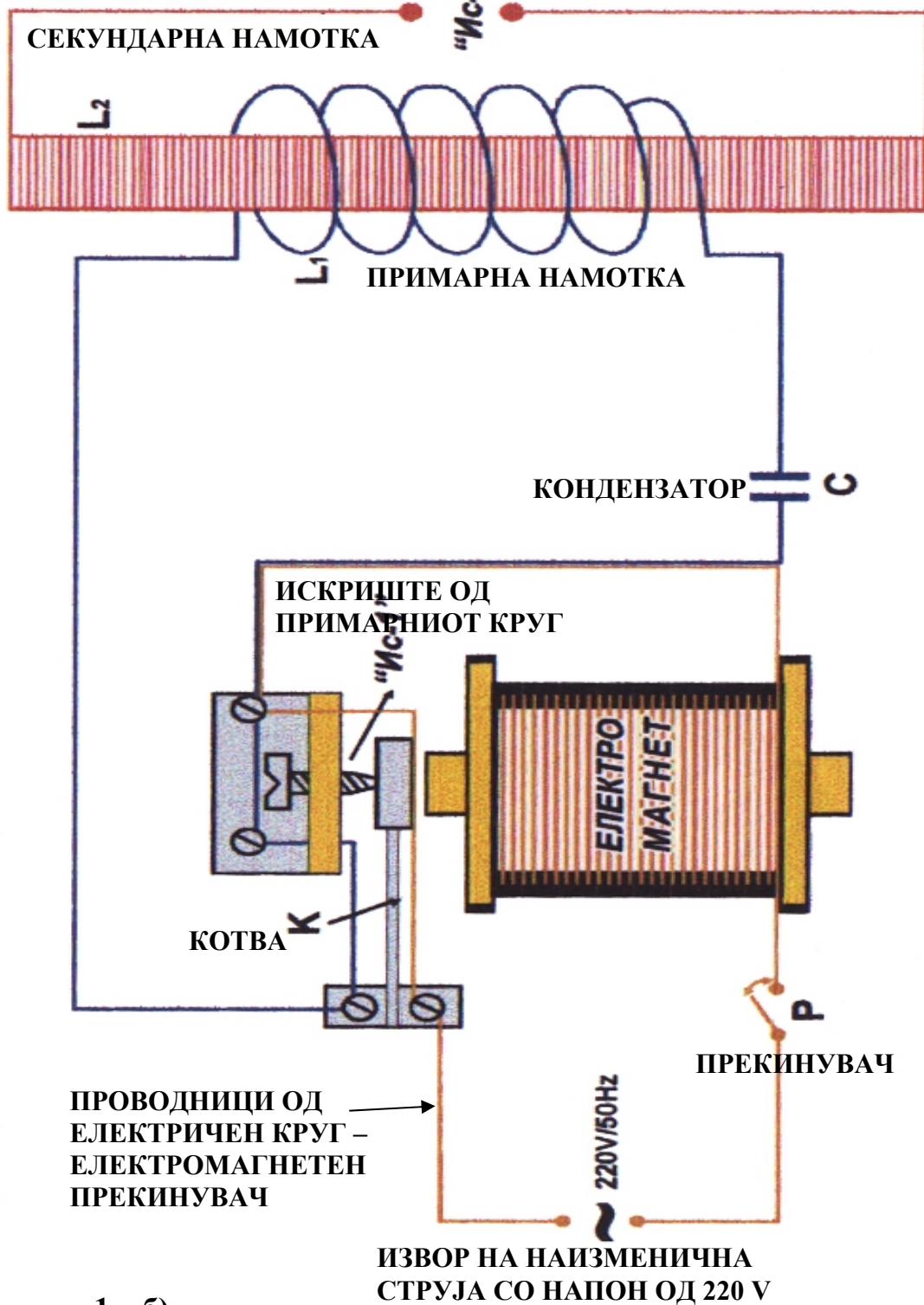


ИСКРИШТЕ ОД СЕКУНДАРЕН КРУГ



1 - а)

ИСКРИШТЕ ОД СЕКУНДАРЕН КРУГ



1 – б)



## Изработка на Теслин трансформатор

### Потребен материјал:

- Кабел за приклучување во градската електрична мрежа (220 V, 50 Hz ),
- Обичен прекинувач исклучено – вклучено,
- Електромагнет со јадро од меко железо,
- Еластична подвижна котва од месинг, на чиј крај се фиксира парче меко железо,
- 1,5 m изолирана бакарна жица со напречен пресек 2 mm,
- 350 m лак жица со напречен пресек од 0,2 mm,
- 5 кондензатори врзани паралелно ( 65 nF – 75 nF / 1500 V – 2000V ),
- Картонска цевка со пречник 4 cm и со должина 35 cm,
- Тенка цевка од хартија ( за изолација на секундарот ),
- Картонска плоча 38 cm x 28 cm,
- Пластична кутија,
- Штрафчиња со мутери,
- Калај.



### Тек на работа:

- Прво се изработуваат калемите така да на картонската цевка се витка тенка лак жица (над 2000 навивки ) чии краеве ги фиксираме со пластичните затки.
- Од подебелата изолирана жица озработубаме калем со 6 навивки. Во пластичната кутија ги сместуваме: прекинувачот вклучи – исклучи, електромагнетот со јадро, непосредно испред јадрото на електромагнетот ја поставуваме котвата со парче меко железо и тоа ќе ни претставува автоматски електромагнетен прекинувач, потоа кондензаторите кои претходно ги поврзуваме со лемење. Сите овие елементи ги прицврстуваме за сидовите од кутијата за да не се поместуваат.
- Вака подготвена кутија и веќе подготвените калеми ги прицврстуваме на картонската плоча.
- Ги поврзуваме струјните кругови со лемење и повторно ги проверуваме сите залемени места. Направениот уред е подготвен за работа.

### Што се случува со уредот кога ќе се вклучи во градската мрежа?

Во моментот кога ќе се вклучи уредот во градската електрична мрежа и кога ќе се затвори прекинувачот, електричната струја поминува низ електромагнетот со јадро од меко железо и во исто време го полни кондензаторот "С". Во тој момент котвата "К" бива привлечена од магнетното поле кое е создадено во јадрото од меко железо, а со тоа се прекинува врската помеѓу котвата и контактна игла од искриштето "Ис1", слика 1 – а) и 1 б).





Оваа вклучување и исклучување се случува 50 пати во секунда бидејќи електромагнетот се напојува со струја од 50 Hz.

Во моментот кога котвата е привлечена и кога е прекината електричната врска помеѓу котвата и контактната игла во овој простор се јавуваат електрични искри предизвикани од осцилациите на електричниот напон во "L – C" електричен осцилаторен круг.

Временски гледано котвата се отвора многу мал дел од секундата (  $1/50$  ), но за тоа време во "L – C" електричен осцилаторен круг преку искрење се случуваат многу брзи електрични и електромагнетни осцилации со фреквенција од 20 kHz до 50 kHz. Веднаш по губењето на намагнетизираноста на електромагнетот со јадро од меко железо котвата се враќа во првобитната положба и пак го затвора електричниот круг со кој повторно се полни кондензаторот C и повторно електромагнетот се магнетизира и пак ја привлекува котвата која пак го отвора електричниот струен круг. Овој циклус на затворање и отворање на овој електричен струен круг во искриште "Ис1" се случува 50 пати во секунда. Намотката "L1" е примарна намотка на овој трансформатор. Високофреквентните електрични струи од оваа намотка по пат на електромагнетна индукција предизвикуваат исто така електрични струи во секундарната намотка со висока фреквенција и висок напон. Во секундарната намотка се индуцираат електрични струи со иста фреквенција со која осцилира "L – C" електричен осцилаторен круг, а напонот е висок од 15000 V до 25000 V затоа што оваа намотка има голем број на навивки ( над 2000 ) од тенка бакарна лакирана жица. Сега во искриштето "Ис2" се појавуваат големи силни електрични искри кои можат да се видат со голо око, а можат да достигнат големина дури до 10 cm што е доказ дека овој уред навистина функционира и дека навистина произведува струи со висока фреквенција и со висок напон. Електродите во искриштето "Ис2" може слободно да ги допреме со гола рака бидејќи овие електрични струи се безопасни.



## Принцип на работа

Теслин трансформатор е апаратура која овозможува добивање на напони од повеќе милиони волти при фреквенции од повеќе милиони херци. Името го добила по славниот научник Никола Тесла.

Никола Тесла го користел осцилаторниот круг за добивање на високофреквентни струи. Тоа се наизменични струи со висок напон.

Теслиниот трансформатор е составен од два осцилаторни круга, прв осцилаторен круг е со капацитет  $C$  на една лајденска чаша (кондензатор) и индуктивитет  $L$  на примарниот калем од неговиот трансформатор.

Вториот осцилаторен круг го сочинуваат капацитетот и индуктивитетот на секундарниот калем. Секундарниот калем е направен од спроводник со мал напречен пресек и голем број на навивки. Долниот крај на секундарниот калем е заземјен а другиот крај завршува со метално топче. За да се добијат високофреквенрни струји кон кондензаторот  $C$  на примарниот осцилаторен круг се приложува висок напон од индуктор. Тогаш преку искриштето "Ис1" во кондензаторот почнува процесот на периодично полнење и празнење. Што се случува при оваа празнење на кондензаторот?

Се јавува искра чиј карактер и времетраењето не се прости туку со експерименти е докажано дека се составени од повеќе искри кои се нижат последователно во извонредно мали временски интервали односно искрата е испрекината светла лента со определена должина а се состои од повеќе светли делови со променлива насока. Под дејство на високиот напон приложен на кондензаторот настанува самостојно празнење на искрата и течење на струјата во проводникот. Ако проводникот не покажува самоиндукција, струјата ќе тече до изедначување на потенцијалите на кондензаторските плочи, но поради самоиндукција на проводникот и по изедначувањето на потенцијалите самоиндуцираниот напон ја подржува струјата и



секоја плоча на кондензаторот се електризира со спротивно електричество од претходното, а напонот на плочите е со спротивен знак од почетокот.

Поради ова одново потекува струја во спротивна насока и процесот се повторува периодично.

Според ова во кругот составен од кондензатор и калем при извесни услови тече струја те во една те во друга насока во многу куси временски интервали па се вели дека создаваат електрични треперења – осцилации. Со експерименти се покажало дека фреквенцијата е од ред на 10000 до 100000 осцилации во секунда.

Наизменичните струи со толкав број на осцилации во секунда се наречени високофреквентни струи. Примарниот струен круг на Теслиниот трансформатор претставува електромагнетен осцилаторен круг во кој се произведуваат електромагнетни осцилации со различни фреквенции. Кога ќе се приклучи на надворешен извор на струја плочите од кондензаторот се поларизираат. Една плоча од кондензаторот ќе има помалку електрони и таа плоча ќе биде позитивна, а другата плоча од кондензаторот ќе има повеќе електрони и таа плоча ќе биде негативна.

Помеѓу плочите на кондензаторот се појавува електрично поле. Кондензаторот почнува да се празни преку намотката. Низ намотката тече електрична струја во одредена насока. Сега електричното полнење на кондензаторот се смалува и го менува поларитетот. Плочата која била негативна станала позитивна и обратно. После оваа кондензаторот почнува пак да се празни на тој начин што низ електромагнетната намотка, ќе потече електрична струја со помала јачина во спротивна насока во однос на претходниот пат и ќе создаде електромагнетно поле со помала јачина и спротивно по насока. Ова е еден циклус, една периода или една осцилација. Ако ова трае за време од една секунда тогаш велиме дека овој електричен круг осцилира со фреквенција од 1 херц ( 1 Hz ).



Во пракса ваквите електрични осцилаторни кругови осцилираат со големи фреквенции од неколку илјади херци.

Оваа електрично осцилирање во овој круг ќе се случува се додека не се потроши електричното полнење од кондензаторот кое било на почеток. Електричното полнење се троши за совладување на внатрешниот електричен отпор во самиот електричен осцилаторен круг.

Во овој случај имаме појава на таканаречени придушени електрични осцилации или електромагнетни осцилации затоа што секоја наредна осцилација е послаба од предходната. Ако сакаме осцилациите да не се придушени тогаш е потребно кондензаторот постојано да го дополнуваме со нови количества на електрично полнење соодветни на потрошената електрична енергија. На овој начин можеме да произведеме непридушени електрични и електромагнетни осцилации во подолги временски периоди, колку што сакаме или колку што ни е потребно.

Фреквенцијата на секој електричен осцилаторен круг зависи од кондензаторот и од индуктивноста на намотката како и од внатрешниот отпор на самиот електричен осцилаторен круг. Во лабораториите на многуте научници направени се многу разновидни осцилаторни кругови за разни намени и разни употреби. Во својот трансформатор за примарниот круг Тесла го употребил електричниот осцилаторен круг со искриште со кое произведувал електрични струи и електромагнетни осцилации со многу високи фреквенции и со многу висок напон.

Високофреквентните струи од примарната намотка по пат на електромагнетна индукција предизвикуваат исто така електрични струи во секундарната намотка со висока фреквенција и висок напон. Во секундарната намотка се индуцираат електрични струи со иста фреквенција со која осцилира и примарен електричен осцилаторен круг, а напонот е висок од 15000 V до 25000 V затоа што во оваа намотка има голем број на навивки ( 2000 – 3000 ) од тенка бакарна лакирана жица. Сега во искриштето "Ис2" (искриштето на секундарот) се појавуваат големи



електрични искри кои можат да се видат со голо око, а можат да достигнат големина дури до 10 cm со што се докажува дека овој уред функционира и дека произведува струи со висока фреквенција и со висок напон. Електродите во искриштето "Ис2" може слободно да ги допреме со гола рака бидејќи овие електрични струи се безопасни за човекот.

### **Примена на Теслиниот трансформатор**

Никола Тесла вршејќи ги различните експерименти се уверил дека наизменичната струја со ниска фреквенција, како што е онаа во градските мрежи предизвикува силен удар ако премине во човековото тело, но светлинските бранови кога се во допир со човековото тело не предизвикуваат никакво непријатно чувство. За него светлината и струјата од градската мрежа се разликуваат само по својата фреквенција. Некаде помеѓу овие крајности Тесла го гледал решението да се загуби непријатниот удар на струјата односно дека ударот ќе се загуби ако на струјата и се зголеми фреквенција.

Повредите на човековото тело што се добиваат од електричниот удар Тесла ги поделил на два начини:

1. Разорување на органските ткива поради топлинското дејство кое се зголемува или намалува во зависност од зголемувањето и намалувањето на јачината на струјата.
2. Чувството на силната болка која зависи од бројот на наизменичните промени на струјата зошто секоја промена предизвикува посебна дразба која преку нервите се пренесува како болка.

Кога ги создал своите генератори за наизменична струја со висока фреквенција (околу 20000 Hz ) се обидел да ја потврди својата теорија. Краевите на машината ( генераторот ) ги допрел со прстите, но ништо не почувствувал.



Со ова самиот на себе си докажал дека нервите не се способни да ги почувствуваат вибрациите со таа брзина. Струјата од овие генератори е сеуште голема и опасна да се пропушта низ човековото тело иако не се чувствува болка. Со пронаоѓањето на трансформаторот успева да ја намали јачината на струјата дури 10000 пати и така ослабената струја иако со многу висок напон (зголемен 10000 пати) не нанесува никаква штета на човековото тело, дури е и полезна, а не предизвикува никакво чувство ниту го разорува ткивото. Многу опрезно својата теорија ја испробал на себеси. Струјата прво ја пропуштал низ два прсти, потоа низ раката, па низ целото тело.

Секогаш кога искрата би паднала кон телото или од телото, имал чувство на боцкање со игла на местото каде што паѓала искрата. Оваа боцкање го одбегнувал кога во рацете држел парче метал на кое паѓала искрата или од кое отскокнувала. Моќноста на овие струи е многу голема и предизвикува разни дејства како што е топење на металите, палење на светилките и електронските цевки иако безболно минува низ човековото тело.

Денес Теслиниот трансформатор се користи за демонстрации во лабораториите, во филмовите за специјални ефекти, а се наоѓа и како составен дел во сите телевизори, компјутерски монитори и многу други посложени уреди, а најмногу во медицинските апарати за електростимулација на разни делови од телото.

3. Кога теслините струи минуваат низ човековото тело тие течат по неговата кожа и вршат загревање на одделни негови делови. Ова својство е исползувано за лекување, а методот со кој што се врши лекувањето се вика дијатермија. Теслините истражувања од областа на високофреквентните струи претставуваат почеток на преносот на електричната енергија по бежичен пат, кој денес нашле примена во бежичната телеграфија, радиофонијата, телевизијата, радарот и друго.



Поради едноставноста во изведбата често го среќаваме и во училиштата и го запознаваме преку низа експерименти како на пример:

- Ако ја земеме било која и било каква електрична светилка со гас и ја доближиме до овој трансформатор, особено ако ја доближиме до искриштето "Ис2" таа сигурно ќе засвети иако е на оддалеченост од 50 cm. Оваа се случува затоа што во просторот околу тој трансформатор воздухот е исполнет со високофреквентно електромагнетно поле кое врши пренос на електрична енергија без физички контакт и затоа светилката почнува да свети.
- Ако со едната рака допреме било која електрода од искриштето "Ис2", а во другата рака држиме некоја неонска светилка таа сигурно ќе засвети што е доказ дека овие високофреквентни електрични струи со висок напон поминуваат низ нашето тело и доаѓаат до светилката без било какви последици за нас.
- Во една од електродите од искриштето "Ис2" може да се стави обична светилка со волфрамово влакно независно дали е исправна или не ( ова се прави со додатен држач за светилка ). Ако сега оваа обична светилка ја допреме со еден прст ќе видиме како внатре во светилката се појавуваат големи и долги искри од електрична струја.
- Можат да се направат и многубројни други слични експерименти по желба и по избор на експериментаторите.



## **Заклучок:**

Читајќи повеќе книги за животот и делото на Никола Тесла наидов на повеќе исти искажувања за овој гениј. Иако е творец на второто и најголемо откритие во историјата на човечката цивилизација, а тоа е ротирачко магнетно поле ( првото откритие беше тркалото ) не му се дава толку големо значење колку што заслужува. Некои теоретски физичари за Тесла кажале дека тој е инженер без теорија и фантазер зошто своите изуми ги демонстрирал со малку теорија и без дефиниции. Со оваа мисла наплно се согласувам зошто многу тешко се наоѓаат пообемни материјали за неговите изуми, додека за неговиот живот и за некои поневажни работи ги има многу. За него се пишувани романи, драми, раскази, а за самите изуми е кажано многу малку но доволно за да се разбере.

Никола Тесла, како да имал за цел да не кажува многу, да не објаснува, туку со своите изуми ги приложувал и шемите за да можеш сам да ги изработиш, да почувствуваш и да се увериш во исправноста на неговото тврдење. Токму тоа и нас не поттикна да го изработиме овој трансформатор и да се увериме дека тој произведува струи кои се безопасни за човекот.

Наша најголема радост беше кога овој уред проработи и кога во нашите таце засвети неонската светилка. Со овој обид, а потоа и со сите други веќе опишани обиди се уверивме дека овие таканаречени Теслини струи со висок напон и со висока фреквенција не му штетат на човекот.





Користена литература:

1. Крсто Крстевски – Физика за 3 -та година за сите технички струки и 4 -та година гимназија / Просветно дело/ Скопје/1993
2. Џон О'Нил - Ненадмашни геније / Просвета /Белград / 1951
3. Дејвид Пит – У трагању за Николом Теслом / Популарна наука / Белград / 1997
4. Никола Тесла – Мои изуми / Популарна наука / Белград /1997
5. Институт за физика – школа млади физичари / Импулс бр. 38 / Институт за физика и друштво на физичарите на Р М / 1996
6. Народна техника – Техника бр.2 / Народна техника / Скопје /1968
7. Интернет на следниве адреси:  
<http://www.elitesecurity.org/t158953-Teslin-oscilatorni-transformator-manjih-dimenzija>  
<http://www.elektronikahr.webs.com/>