



Универзитет у Новом Саду
Природно-математички факултет
Департман за физику



Стваралаштво Николе Тесле - могућност обраде у настави физике

- мастер рад -

Ментор:

др Соња Скубан

Кандидат:

Душица Г. Крунић

Нови Сад, 2023

Захваљујем се мом ментору др Соњи Скубан за указано поверење, све корисне савете и сугестије, као и подршку током студија.

Такође, захваљујем се члановима комисије и свим професорима на пренесеном знању. Посебно се захваљујем лаборанту Богдану Богдановићу на свој пруженој помоћи, његова лабораторија ће ми остати у најлепшем сећању.

*Највећу захвалност дугујем својој породици: мами Наталији, брату Стевану, сестрама Бојани и Милицы, као и теткиној највољенијој девојчици Наталији. Посебно желим да се захвалим мојим зетовима Ђакону Горану и Дарку, који су веровали у мене и када ја нисам. Хвала вам, династијо моја, на свој пруженој љубави.
Радујте се!*

Хвала драгом Богу на свему!

*Сваки положен испит посвећујем свом вољеном и никад прежаљеном оцу
Георгију Крунићу.*

Христос воскрес, радости моја!

*Свој мастер рад посвећујем високопоштованом Протојереју Стевану
Крунићу – мом драгом Дедика, чија се душа и сада радује сваком мом
успеху.*

Дедика, све Вам дугујем!

Ваша Душица...

**„Спајаће нас електрика
-Електрика наших срца-
И без жица и без кабла.“
Ј.Ј.Змај**

Садржај

1. Увод	1
2. Никола Тесла.....	3
2.1 Животопис	5
2.1.1 Николиним цењеним родитељима.....	5
2.2 Рана младост	8
2.3 Далеко од родног краја	9
2.4 Посета граду Београду	13
2.5 Дар српској школи	16
2.6 Повратак у Америку.....	16
2.7 Вечни живот.....	19
2.8 Почасни докторати и ордени	21
2.9 Мерна јединица – Тесла (Т)	22
3. ЈА САМ СРБИН.....	23
3.1 Љубав према еПСКИМ песмама.....	23
3.2 О Српству.....	25
3.3 У Смиљану више нема Срба	25
3.4 Писма.....	26
4. Изуми Николе Тесле.....	28
4.1 Зачетник великих дела.....	30
4.1.1 Откриће електрона	30
4.1.2 Откриће радија и бежичног преноса	31
4.1.3 Откриће X – зрака	33
4.1.4 Теслини чланци о X – зрацима	34
4.1.5 Допринос Николе Тесле у развоју сазнања о X – зрацима	39
4.1.6 Поређење Теслиног и данашњег сазнања о X-зрацима.....	40
4.1.7 Откриће радара.....	41
4.1.8 Теслино зрачење и космички зраци	42
4.1.9 Откриће ласера	43
4.2 Признати патенти	44
4.3 Пројекат Нијагаре	48

5. Откриће вишефазне струје и обртног магнетног поља.....	49
6. Теслине струје или високофреквентне осцилације	53
7. Теслина сијалица	58
8. Експерименти на пољу радиотехнике	59
9. Теслин трансформатор.....	60
9.1 Основни елементи Теслиног трансформатора	62
9.2 Принцип рада.....	65
10. Великани о Николи Тесли.....	68
10.1 Хуго Гернсбек – Никола Тесла као личност.....	68
10.2 Р. А. Џонсон.....	69
10.3 Е. К. Армстронг – добитник Нобелове награде	70
10.4 Сава Косановић	70
11. Анегдоте.....	72
11.1 Нијагарини водопади	72
11.2 Кад професор не разуме свог ђака.....	72
11.3 Тесла као професор	73
11.4 Теслин земљотрес	73
11.5 Не треба ми новац	73
12. Закључак	75
13. Литература.....	76
14. Биографија	77

1. Увод

Физика представља једну од основних природних наука и као таква има важну улогу у образовању сваког појединца.

Основни задатак наставе је, пре свега, у помагању ученицима да у наставним садржајима открију оно што чини њихову суштину, оно што је у њима опште и нужно, оно што представља законитост унутар појединих области знања. Откривањем односа између општег, посебног и појединачног развија се и апстрактно мишљење као средство сазнања суштине предмета и појава.

У циљу бољег савладавања и разумевања градива, развила се дисциплина методике наставе уско усмерена баш на проучавање наставе физике. Образовни и васпитни задаци се у процесу наставе узајамно преплићу и допуњују.

Најважнији циљ наставе физике јесте да ученици упознају природне законе и да разумеју физичке појаве које се свакодневно дешавају у свету који нас окружује. Потребно је нагласити да усвајање знања није једини циљ и задатак наставе. Од великог значаја је оспособљавање ученика за самостално решавање задатака и за самосталан рад. Стицање знања и развијање интелектуалних способности код ученика су неодвојиви процеси.

Задатак физике је да проучава физичке појаве, да открива законе по којима се оне дешавају и да на тај начин помогне човеку да стечено знање примени у свакодневном животу и техници.

Експерименти играју кључну улогу у настави физике. Они омогућавају ученицима да стекну практично искуство и дубље разумевање физичких појава.

Као будући професор физике, желим да истакнем и значај српских физичара који су значајно допринели развоју науке, али на жалост су мало познати или ретко помињани. Ти физичари су оставили значајан допринос у различитим областима физике, од астрономије до теорије магнетизма.

Један од најпознатијих наших физичара је Никола Тесла, чија су револуционарна открића у области електротехнике и бежичне комуникације имала огроман утицај на свет. Посебно треба истаћи његов велики допринос развоју наизменичне струје, као и то да су његови проналасци омогућили ширење електричне енергије на глобалном нивоу. У овом раду ћемо се детаљније позабавити његовим ликом и делом.

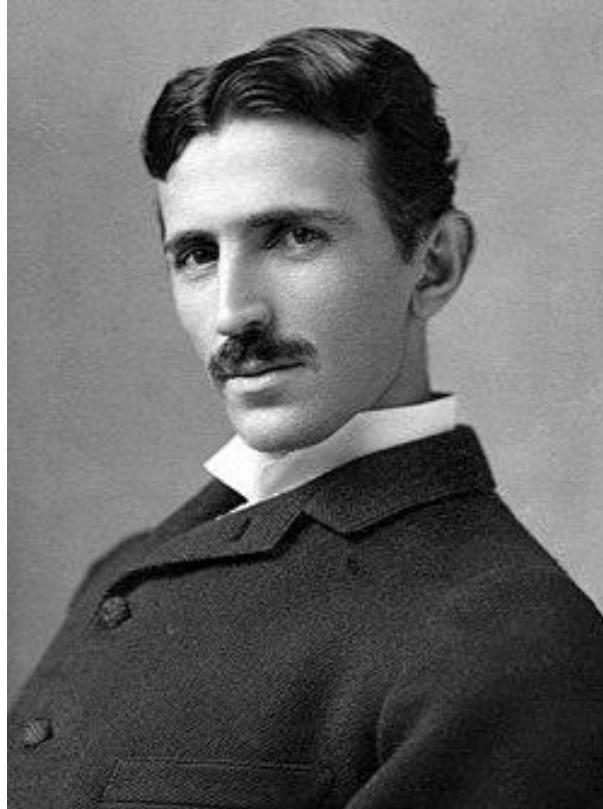
Српска физика има богату историју и многе значајне доприносе у различитим областима физике. На пример, Михајло Пупин био је српски физичар који је оставио трајан утицај на светску науку. Такође, Милица Љубински, прва жена физичар у Србији, имала је значајан допринос у области термодинамике. Милутин Миланковић који је дао кључне доприносе у области астрономије и телекомуникације. Важно је да се их се сетимо и припознамо њихове доприносе у овој области.

Наглашавање ових српских физичара у настави може инспирисати ученике да истражују и размишљају о доприносима својих сународника у свету науке.

Као пример можемо навести то да је у осмом разреду предвиђен само један наставни час на ком треба да се говори и о Николи Тесли, као и о Михајлу Пупину. Процењујемо да је то недовољно. Узори и примери наших научника могу да мотивишу децу да се занимају науком и да се развијају у том правцу. Наставни план и програм требало би да обухвате више информација о њиховом животу и достигнућима, како би се одало поштовање нашим великанима и одржало сећање на њих. Ове велике научнике и њихова открића треба више да спомињемо у школи, како бисмо можда неком ђаку дали инспирацију и подсетили на посебан део наше културне и научне баштине. Учење о њима може да нам помогне да развијемо интересовање за науку и да нам покаже да су српски научници допринели светском научном напретку.

Важно је да се промовише и призна српско научно наслеђе и да се младе генерације подстичу да истражују и наставе да развијају физику у Србији.

2. Никола Тесла



Слика 1: Никола Тесла

Данас када кажете „Тесла“ сви помисле на једног човека изузетно великог ума, физичара, научника и проналазача. Никола Тесла је био један од највећих изумитеља свих времена, Србин, одгајан са чврстом вером у Бога. Његов допринос савременој техници, технологији, индустрији, цивилизацији и култури је од непроцењивог значаја. Николина врхунска достигнућа, открића и проналасци нашли су најразноврснију примену у свим областима савременог свакодневног живота. Он је био проналазач врхунских домета, изузетно надарени практични реализатор сложених природних и техничких појава и процеса.

Професор Б. А. Беренд је дао врло детаљан опис Теслог значаја у науци: „Још од појаве Фарадејевог дела 'Експериментална истраживања у електрицитету' ниједна велика експериментална истина није казана тако просто и тако јасно као што је то био опис г. Теслиног великог открића производње и искоришћавања наизменичних струја. Онима који су дошли после њега он није оставио ништа да допуне. Његов је рад обухватао чак и нацрт једне математичке теорије... Довољно ће бити ако кажем да кад бисмо искључили из

наше индустрије резултате рада г. Тесле, сви точкови те индустрије би престали да раде, наши градови би били неосветљени, наше фабрике мртве и доконе. Да, његов је рад од тако далекосежног значаја да је он постао потка и основа саке индустрије... Његово име обележава епоху у напретку науке о електрицитету. Из његовог рада произашла је револуција у електротехници.“

Никола Тесла се није задовољавао постигнутим резултатима иако су они били од огромног значаја. Увек је желео да дође до још бољих резултата, проучавајући области које до тада нису биле предмет ни научног, ни техничког изучавања.

До последњих година живота он је задржао креативност духа и свежину мисли, поред свих животних проблема и недаћа. Доследно је ишао својим путем и стварао дела од епохалног значаја.

Никола Тесла је био толико узвишен и јединствен човек, бриљантан ум који је пољубио руку Јовану Јовановићу Змају, који је преминуо поред књиге српских народних песама окренуте на страни где је песма „Смрт мајке Југовића“, који је тражио да на његовој сахрани свирају песму „Тамо далеко“... Све то, па и много више од тога у сваком од нас буди жељу да сазнамо много о овом изузетно посебном човеку.

2.1 Животопис

Никола Тесла је рођен 10. јула 1856. године у селу Смиљану, у Лици која је тада била у саставу Војне крајине. Потиче из свештеничке породице, од оца Милутина и мајке Георгине рођене Мандић. Био је четврто дете по реду, имао је три сестре: Ангелину, Милку и Марицу и једног брата који се звао Данило. Све три његове сестре су касније биле удате за српске православне свештенике.

2.1.1 О Николиним цењеним родитељима

Отац му је био врло интелегентан српски православни свештеник Милутин Тесла. Потиче из угледне и старе породице која је дала велики број истакнутих ратника и јунака.

Теслин отац је имао одлично формално образовање и говорио је више страних језика. Истицао се нарочитом мудрошћу. Што се тиче његовог живота и дела највише би требало истаћи његово великодушно залагање за очување српске цркве и школства у личком крају. Мојсије Момо Медић (школски друг Николе Тесле) је сачувао сведочанства о цењеном проти Милутину, као и разне дописе које је прота слао тадашњим новинама у Загребу и Новом Саду. Посебно су остала запажена његова писма објављена у недељном листу *Српски Сион*, званичном гласнику за црквено-просветне и аутономне потребе Карловачке митрополије из 1903. године.

Како су свештеници често принуђени да мењају своје место службовања, тако је и прота Милутин добио службу у Смиљану, те је по благослову тамошњег владике напустио вољени Сењ. Можемо рећи да су га у Смиљану задесиле још веће невоље. Поред тешке материјалне ситуације, породица Тесла је доживела велику трагедију – смрт сина и вољеног брата Данила, од милоште званог Дане. Данило је трагично настрадао, преминуо је од последица ударца њиховог арапског коња. Никола је осећао огромну тугу својих родитеља и истицао је то како је Дане био изузетно надарен и интелегентан и да су се од њега могли очекивати велики проналазачки подухвати.

„Било је то једне глуве ноћи, киша је падала у бујицама као да се небо отворило. Осећао сам сваким својим делићем да би нешто страшно могло да се догоди, а мој страх је још био појачан усамљеношћу наше куће, јер нам је најближе суседство било црква и гробље, у подножју ланца брегова по којима су се кретали вукови. Старински часовник је управо откуцавао поноћ када је моја мајка ушла у собу, узела ме у наручје и прошапутала скоро нечујно: 'Дођи да пољубиш Данила.' Мој једини брат, младић од осамнаест година, а дивовског интелекта, умро је. Притиснуо сам својим уснама његове усне хладне као лед, свестан само тога да се десило оно најгоре. Мајка ме је ставила поново у кревет, покрила ме и оклевајући мало рекла, док су јој сузе текле: 'Бог ми је дао једно у поноћ, а у поноћ ми је узео друго.' Ова успомена је била као оаза у дивљини, одржавана у животу неким чудним својством мозга, усред заборава.“ [1]

1863. године отац Милутин постаје парох у Госпићу у Цркви Светог Георгија, а такође је предавао Православну веронауку у Реалној гимназији све до смрти 1879. године.

Поред велике борбе за очување Српства у Војној крајини, протојереј Милутин је остао запамћен и као песник.

О свом оцу Никола је рекао следеће: „Мене су још од самог рођења одредили за свештенички позив и та мисао ме је непрестано тиштила. Чезнуо сам да постанем инжењер, али је мој отац био неумољив. Он је био син официра који је служио у војсци великог Наполеона, а и заједно са својим братом, професором математике у познатој установи, стекао је војно образовање, а касније се приклонио позиву свештеника у коме је стекао углед. Био је веома образован човек, прави природни филозоф, песник и писац и за његове проповеди је говорено да су тако елоквентне као оне Абрахамове у Санта Клари. Имао је изванредно памћење и често је рецитовоао дугачке текстове на неколико језика... Његов стил писања је изазивао дивљење. Његове реченице су биле кратке и језгровите, а он је био врло духовит и сатиричан. Духовите упадице, које је имао обичај да прави, увек су биле чудне и карактеристичне.“ [1]



Слика 2: Милутин Тесла

Мајка Николе Тесле се звала Георгина (Ђука) родом из старе свештеничке фамилије Мандића. Рођени брат јој је био митрополит зворничко – тузлански Петар Мандић, отац чувени свештеник Никола Мандић, а деда по мајци знаменити прота Тома Будисављевић.

„Моја мајка је потицала из једне од најстаријих породица у нашем крају и припадала је лози проналазача. Њен отац и њен деда су изумели многобројна оруђа за домаћинство, ратарство и друге сврхе. Она је заиста била велика жена, ретке умешности, храбрости и моралне снаге, која се храбро супротстављала животним невољама и стекла многа тешка искуства.“ [1]

Георгину су људи знали као изразито бистру, марљиву жену и идеалну домаћицу. По речима протојереја Илића, она је имала невероватно памћење и знала је читав „Горски вијенац“ напамет.

У свом делу „Моји изуми“, Никола је записао чувену реченицу о својој мајци: „Када је прешла шездесету годину прсти су јој и даље били довољно спретни да завежу три чвора на трепавици.“ Та три чвора на трепавици мера су љубави сина према мајци.

Никола је целог живота неговао љубав и захвалност према својој мајци, јер је сматрао да од ње потиче сав његов изумитељски дар који поседује. Али, није изостављао ни оца говорећи да су његовом блиставом уму сигурно допринели и задаци које му је отац задавао.



Слика 3: Георгина Ђука Тесла

2.2 Рана младост

Никола је своје школовање започео у Смиљану, а наставио у Госпићу од 1863. године. После основне, уписао је нижу, а потом и вишу гимназију у Карловцу коју је завршио 1873. године.

Још као дечак показивао је надареност и склоност према иновацијама. Правио је мале воденице на потоку, био је изврстан ловац и изузетно добар ученик, али је знање углавном стицао на часу пажљиво слушајући предавача. Правио је разне оригиналне направе, уређаје и системе. Био је вешт и успешан мајстор, тако да је сам могао да прави своје изуме. Имао је изванредно памћење, посебно визуелно. Често је задатке из математике решавао у глави, напамет, што је изазивало сумњу његових професора, али и дивљење његових другова. Поседовао је генијалну моћ имагинације, тако да је све своје идеје имао у својој визији и нису му били потребни цртежи, планови ни прорачуни.

„ Када сам био седмогодишњи или осмогодишњи дечак, читао сам роман чији је наслов био ' Абафи – син Абе ', српски превод дела познатог мађарског писца Јожике. Поруче тог романа су веома сличне онима Бен Хура и у том погледу би се он могао сматрати претечом Валасовог дела. Могућности снаге воље и самосавлађивања необично су привлачиле моју живу уобразиљу, па сам и сам почео да вежбавам у томе. Ако бих добио слаткиш или сочну јабуку, што сам иначе необично волео да једем, ја би их давао другом дечаку и трпео Танталове муке, осећајући на крају задовољство. Ако би ме чекао тежак, исцрпљујући задатак, ја бих се бацио на њега увек изнова све док га не бих решио. Тако сам вежбао данима, од јутра до мрака. У почетку је то захтевало жесток ментални напор да бих савладао склоности и жеље, но како су године пролазиле тај сукоб је слабио и најзад су воља и жеља постали исто. Тако је и данас и у томе лежи тајна свих успеха које сам постигао. Ова искуства су толико блиско везана са мојим открићем обртног магнетног поља као да су и она његов битан саставни део; али само са њима ја никада не бих пронашао индукциони мотор. “ [1]

Школски другови су га необично волели, јер је пре свега био доброг и племенитог срца и због тога што је увек све радо делио са својим вршњацима који нису имали адекватну гардеробу или прибор за школу. Никола никада није лагао, па макар му истина и неко зло донела. Није дозвољавао да било ко у његовом присуству каже нешто лоше за неког његовог друга.

Као младић је волео карте, шах и билијар. Био је вешт у тим играма, често је добијао новац, али је гледао да тај добитак изгуби само да не би носио туђ новац својој кући. Када је овај порок узео маха, кључну улогу у Николином освешћивању преузела је његова мајка Георгина. Он је послушао мајку и оставио картање по страни. Није био склон алкохолу, нити каквим ружним момачким несташлацима.

Веома рано се заинтересовао за физику и механичке направе. Виша гимназија коју је похађао је имала солидно опремљен кабинет физике, а Никола је са нестрпљењем и љубављу чекао часове физике и уживао у практичној и огледној настави.

Никола је био страствен читалац, волео је разне књиге. Посебно је обожавао Марка Твена, са којим се касније спријатељио у Њујорку.

После матуре у Карловцу, Тесла је тешко оболео од колере. Та болест је била прекретница у његовом образовању.

„Разболео сам се од страшне болести првог дана по повратку и мада сам преживљавао кризу, девет месеци сам био везан за постељу, готово непокретан. У једном од самтрних тренутака, за које су мислили да ми је последњи, отац је улетео у моју собу. Још увек памтим његово бледо лице док је покушавао да ме развесели, несигурним гласом. Рекох му: 'Можда бих могао да се опоравим ако ми допустиш да студирам технику.' 'Ићи ћеш у најбољу техничку школу на свету', одговорио ми је свечано, а знао сам да тако и мисли.“
[1]

2.3 Далеко од родног краја

После одласка из Госпића 1875. године Никола је свој живот водио у иностранству, највише у Њујорку.

Прво је студирао технику на Политехничкој школи у Грацу до 1878. године. Већ тада је показао многа своја умећа и способности, посебно у вези експеримената са једносмерном струјом. Тесла је тада износио своје идеје везано за конструкцију електромотора и генератора наизменичне струје, међутим његови професори су били скептични према свему томе. Тесла је годину дана провео у Марибору, где је радио код једног инжењера. Након тога је кратко време био наставник физике у госпићкој гимназији.

Од 1880. године Никола је уписао студије на Прашком универзитету, а већ наредне године је добио запослење у Будимпешти техничког цртача у централном телеграфском уреду, а врло брзо је добио унапређење у стручно лице и надзорника. Његов живот у Прагу је такође био праћен тугом због смрти оца Милутина, тако да су га тада издржавали његови славни ујаци Мандићи.

У то време је направио своје прве техничке изуме од великог значаја. Посебно треба истаћи његова усавршавања апарата за појачавање гласа код телефона, које тада почео да се користи у великим размерама. У Будимпешти му се јавила идеја како би могао да конструише нову врсту индукционог мотора. То је једно од највећих научних открића на пољу електротехнике јер је омогућавало директну примену наизменичне струје код

добијања механичке снаге, а то је представљало основу за каснији целокупни развој и примену електротехнике.

Из Будимпеште се преселио у Париз и добио посао у Едисоновом континенталном друштву, где је одржавао електричне централе. Овде се Тесла брзо истиче својим радом и знањем, тако да су му поверили да ради најделикатније и најтеже инжењерске послове. Пошто је показао своје проналазачке способности конструишући један нов тип аутоматског регулатора напона, Едисоново друштво га шаље у Стразбур.

1883. године је отишао у Стразбур како би пронашао и исправио монтажне грешке у новоинсталираној електричној централни. После неколико месеци рада, Никола је успео да отклони све грешке и да осигура да ће у будуће систем беспрекорно да функционише. Ту је направио свој први модел мотора на наизменичну струју и експериментално испитивао његов рад, али га тада није могао пласирати.

Након повратка у Париз, Тесла је покушао да пронађе некога ко би био заинтересован да уложи новац у његову идеју о индукционом мотору и полифазном систему, с обзиром да му то није пошло за руком, отишао у Америку у жељи да своја открића открије свету.

У Њујорк је стигао у јуну 1884. године и одмах добио посао у Едисовој лабораторији, где је заправо радио на усавршавању електромотора на једносмерну струју као и на конструкцији читавог низа електричних уређаја. На овом новом послу, Тесла се показао као изванредно способан, проницљив и истрајан у раду тако да му је Едисон у лабораторији поверавао најтеже послове.

За само неколико месеци Тесла је успео да конструише 24 нова типа електричних машина за једносмерну струју, чије су карактеристике биле боље од машина које су раније произведене.

После скоро годину дана Никола је напустио Едисона и започео самостални истраживачки рад све до краја живота. Разлог Теслиног одласка је то што је Едисон у то време био упорни присталица једносмерне струје. Едисон у наизменичним струјама није видео никакву интересантну техничку примену, а такође у то доба је правио велике послове са једносмерном струјом. До тог времена је само у Њујорку било инсталирано 2000 електричних централа за једносмерну струју мале снаге и малог домета напајања, због великих губитака у преносним водовима. Свакако да Теслин самостални почетак није био лак, морао је да ради и физичке послове како би зарадио за живот. Након те кризе, 1885. године у Њујорку, Тесла је основао своје прво приватно предузеће за производњу лучне светлости, под именом „Теслино друштво за осветљење“. С обзиром да је морао да настави рад са применама једносмерне струје градећи сијалице са електричним луком за осветљивање улица у Њујорку, Никола није био задовољан ни радом овог друштва.

Први Николин патент је пријављен 6. маја 1885. године Америчком патентном заводу, а односио се на комутатор за електричне динамомашине. Након тога је објавио велики број нових патената. На тај начин је започета његова славна каријера великог изумитеља и проналазача, чиме се из основа мења примена електротехнике наизменичних струја.

1887. године напустио је претходно предузеће и основао ново под именом „Теслино електрично друштво“. Најзад, стекао је повољне услове да у својим добро опремљеним лабораторијама и радионицама реализује своје многобројне идеје на којима је требало да се изгради модерна електротехника. За само неколико месеци успео је да пријави седам основних патената на којима ће се изградити електротехнички свет.

Никола Тесла је читав свој живот посветио научном, истраживачком и конструктивном раду. Тиме је остварио грандиозно дело од епохалног значаја. Показао се као изванредан физичар, необично надарен теоретичар, експериментатор и инжењер. Није умео само да врши пројекте и електричне прорачуне, него је дубоко познавао механичке, техничке, технолошке и производне проблеме.

По одласку у далеку Америку, први пут је обишао своју родбину 1889. Године када је са својим ујаком, митрополитом зворничко – тузланским, Петром обишао париску изложбу. 1892. Године је по други пут дошао у Европу по позиву Енглеске академије наука и Друштва енглеских инжењера електричара да држи предавање, о својим делима, у Лондону. Предавања је држао у Фарадијевој лабораторији, за Фарадејевим столом и овим гестом су му Енглези одали велику част. Ова предавања су оставила најлепши утисак на многобројне учене људе енглеске. Најуваженији енглески листови попут „Times“ и „Engineering“ су издавали тестове који су били пуни похавала и дивљења на рачун Николе Тесле.

Након запажених предавања у Лондону, Никола Тесла је рекао следеће:

„Енглези су ме дочекали, не може лепше бити. Уступивши ми Фарадејеву лабораторију, коју дају ретко коме Енглезу, обвезали су ме преко сваке мере. Ја бих се показао недостојан толике њихове пажње, кад им са своје стране не бих ма на који начин заблагодарио. Тога ради сам у самом почетку мога предавања напоменуо, како су ме радови Круксови у своје време одушевљавали пошто су његови експерименти са радиометром унеколико слични мојима. После тога кратког увода изложио сам своје експерименте, што је трајало пуна два сахата...

По свршетку предавања приђе ми један од најуваженијих чланова Академије, Лорд Р. и честитајући ми рече како није требало говорити ништа о Круксовим експериментима, пошто они немају никакве везе са мојим радовима. Требало је, вели Лорд Р. просто и кратко рећи: *'Ја сам Никола Тесла, родом сам Србин и ево до каквих сам резултата у својим експериментима дошао.'*

Сутрадан ми је било друго предавање на коме сам имао да изложим, поред експеримената од прошле вечери, још читав низ нових, неприказаних експеримената...

Кад се предавање свршило, приђе ми опет Лорд Р. и рече: 'Синоћ сам вам саветовао како је требало предавати, а данас видим да морам код вас доћи да ме научите како се предавања држе.'“

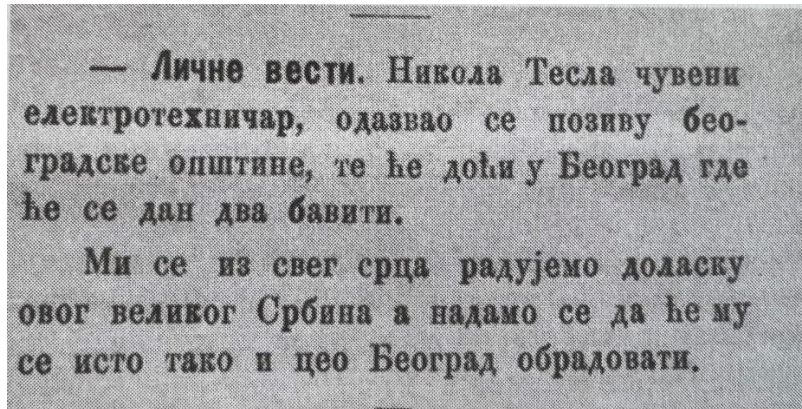
Током боравка у Лондону, Тесла је добио позив од „Француског физичког друштва“ и „Међународног електричног друштва“ да дође у Париз и да њима покаже део својих експеримената. Такође, добио је још много позива из Италије, Немачке и Аустрије. Тесла се одазвао позиву, али током боравка у Паризу је добио тужне вести о изузетно лошем здравственом стању мајке Ђуке и кренуо је путем свог родног краја. На његову срећу стигао је на време, односно затекао је мајку живу и успео је да се опрости од ње. Последње, чувене речи, које му је мајка упутила биле су: „Дошао си, дико моја“, затим је испустила дух. С обзиром да су га ова дешавања дубоко потресла, одлучио је да неко време проведе у Лици. Затим је отпутовао у Загреб и Будимпешту, те је био позван од стране професора и студената Београдског универзитета да дође у Београд. Тесла се одазвао позиву.

Никола је био необично симпатична личност. Његова појава је привлачила пажњу, да ли због његовог витког и високог стаса или због духовитости и шарма. Све најлепше песме како наших, тако и светских песника је знао напамет и радо рецитовоао.

„У мени има нешто што може бити и обмана, као што чешће бива код млађих одушевљених људи; али ако будем сретан да остварим бар неке од својих идеала, то ће бити добротинство за цијело човјечанство. Ако се те моје наде испуне, најслађа мисао биће ми та, да је то дјело једнога Србина.“ [2]

2.4 Посета граду Београду

Јуна 1892. Године Никола Тесла је први и једини пут дошао, по позиву, у посету Београду и задржао се три дана. Био је дочекан са много поштовања и љубави од стране тамошњих Срба, тако да су новине преносиле сва дешавања у којим је он учествовао од самог дочека, па до испраћаја.



Слика 4: Београдске општинске новине, недеља 17. мај 1892. Године

Теслу су дочекали многобројни учени Београђани и великодостојници, изненађени његовом појавом када је изашао из воза поздравили су га бурним усклицима. Сутрадан, обишао је министра просвете и црквених дела са којим је отишао у двор код Његовог Величанства Краља, као и код првог краљевог намесника господина Јована Ристића. Свима је говорио да је много срећан што је међу својом браћом Србима.

Током дана, обишао је Народни музеј, а потом и Велику школу како би се упознао са професорима и ђацима и рекао им пар речи о успеху науке у погледу електротехнике.

После шетње Калемегданом, отишао је на пригодну вечеру коју је Општина Београд организовала њему у част. На тој вечери су били многи учени људи који су имали прилике да се упознају са Николом. Сви су се много радовали и то нису крили, а Никола је уживао међу својима.

За време вечере здравице су се ређале једна за другом, свака лепша од претходне, а указујући на величину Николиног лика и дела којим су сви били очарани.

Посебно желим да истакнем то да је чувени Чика Јова Змај поздравио Теслу песмом, која гласи овако:

**Поздрав Николи Тесли
при доласку му у Београд**

Не знам шта је, је л' суштина
Ил' то чини само мисо, -
Чим смо чули: долазиш нам,
одмах си нас електрисо.

На што жице спроводнице!
Електрика јури широм,
Ваздухом ће бити споја,
(после можда и етиром).

Стоји стабло, стоји Српство,
Мајка сваком листу –сину;
Најсвежији лист му трепну,
па одлети у даљину.

Ти нам, Тесла, ти врличе
Оде летом јаче струје,
у далеку Колумбију,
да ти умље колумбује.

И ти Тесла, у којем се
Исполинске мисли роје,
Тебе враћа неодоље,
Да пољубиш стабло своје.

Љуби стабло дојчине му,
сисни дојку, сисни врли;
Свака грана српског стабла
Тесли тепа, Теслу грли.

Београд је данас сретан,
Рукујућ' се с српском диком
и открива срце своје
пред Србином, велебником.

Но ти мораш опет натраг
Састанак нам кратко траје

Ал' топлоту носи собом
Братимског загрљаја.

Остварена ј' мисо твоја,
Мисо дивна и голема;
Међу нама биће веза,
А даљине нема, нема.

Разумеће листак свежи
Сваку жилу својег стабла,
Спајаће нас електрика
(Електрика наших срца)
И без жица и без кабла.

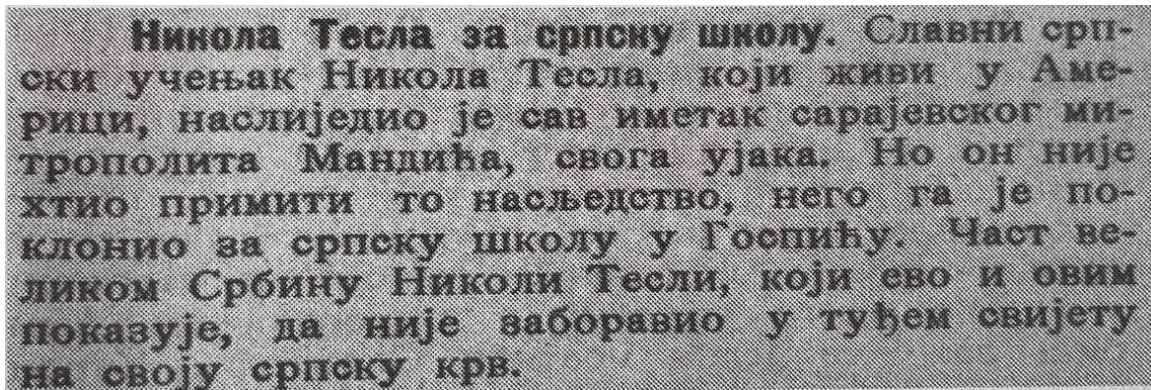


Слика 5: Јован Јовановић Змај

За време читања песме Тесла је пољубио Змајеву руку, јер су га песникове рећи јако узбудиле.

Наредног дана је Никола испраћен на далек пут уз рећи „Живео!“ и „Срећан пут!“.

2.5 Дар српској школи



Слика 6: Српско коло, Загреб 25. фебруар 1892.

2.6 Повратак у Америку

Након посете вољеном Београду, Никола се вратио у Америку, где је наставио своја научна и техничка истраживања и конструкције. Тада је био у поној снази и то јасно свима ставља до знања на великој Светској изложби одржаној 1893. Године у Чикагу. Тада су његови изуми блистали у пуном сјају. Исте те године је Вестингхаусова фирма објавила посебну књигу о Теслиним изумима патентираним и обухваћеним као једна целина или систем. Књига се звала „Патенти преношења електричне снаге. Теслин полифазни систем“.

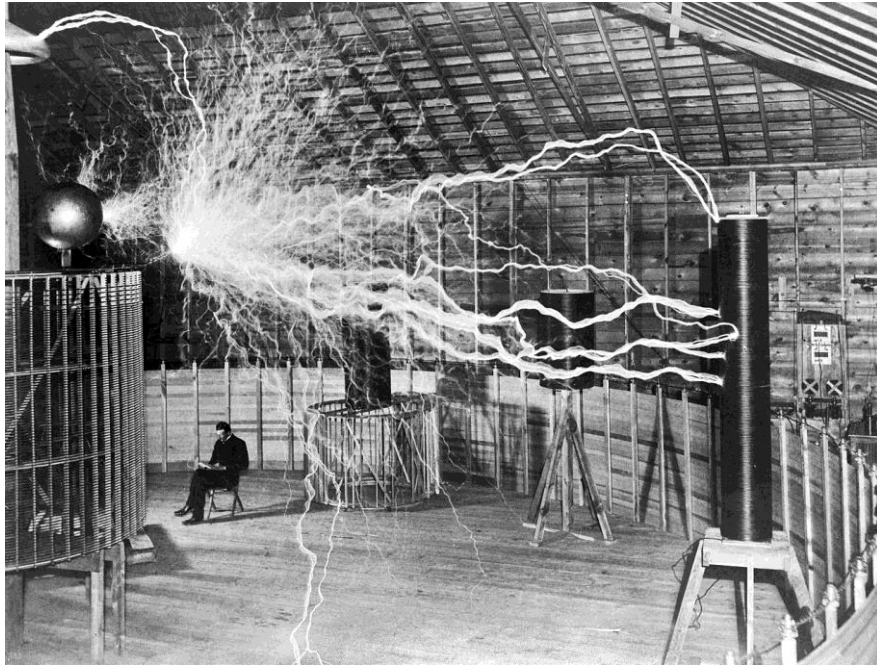
Док је био у пуном јеку истраживања, 13. марта 1895. године изгорела је његова лабораторија са радионицом у којој се налазило непроцењиво благо, не само у виду разних изума, већ је ту било много Теслине личне имовине која је имала сентименталну вредност. Научници тог времена су говорили да је тај пожар нанео огорман губитак како науци, тако и читавом човечанству. Кажу да је Тесли требало много времена како би савладао своје емоције и прихатио то што се десило. Уз помоћ пријатеља и банке, Тесла је успео да подигне нову лабораторију и настави свој рад, али свакако да је добар део изгубљених пројеката остао ненадокнадив. У то време је пријавио низ патената из области радиотехнике.

На Нијагариним водопадима се гради прва велика електрична централа која примењује Теслин систем полифазних струја. Први агрегат је почео да даје наизменичну струју 15. априла 1895. године, а читав систем на Нијагариној хидроцентрали је пуштен у погон 1899. године.

У периоду 1899. – 1900. Тесла борави у Колорадо Спрингсу, где је подигао прву велику радио – станицу снаге од 200KW. Амерички милијардер и финансијер Морган је пружао

Николи велику новчану помоћ. Сигнали Теслине станице су се могли чути и у Њујорку. Такође, тада је конструисао и трансформатор напона од 12 милиона волти и високофреквентних струја од неколико десетина хиљада херца.

Експерименти које је Никола Тесла изводио у Колораду су довели до низа изузетних открића који су искоришћени за бежичну телеграфију. Он је тада објавио шта би све могла једна радиостаница да пружи човечанству.



Слика 7: Никола Тесла у лабораторији у Колорадо Спрингсу

Свој велики пројекат „Светске телеграфије“ на острву Лонг Ајленду није успео да заврши, а неколико година касније је Маркони обелоданио свој рад на пољу радиотехнике и остварио први радио-пренос преко Атлантика. Тада су Морган и други финансијери отказали помоћ Тесли, тако да је пројекат Теслиног „Светског радио система“ био прекинут 1905. Године.

У делу „Моји изуми“ Никола Тесла на следећи начин описује свој горе поменути пројекат и однос са Морганом:

„ Непосредна сврха овог мог подухвата јасно је у кратким цртама дата у техничком опису тога времена из кога наводим следеће: ' Светски систем је комбинација изумитељских оригиналних открића у току дуготрајног истраживања и експериментисања. Не само што путем бежичног преноса овај систем омогућава да се тренутно и прецизно пренесе било који сигнал, порука или знак у све крајеве света већ исто тако успоставља везу између постојећих телеграфских, телефонских и других сигналних јединица, а да, при том, ниуколико не мора да се мења њихова садашња опрема. То значи да телефонски

претплатник може одавде да позове било ког претплатника на Земаљској кугли и да разговара са њим....'

Још бих додао поводом гласина које су стигле до мене, да се господин Морган није интересовао за мене из пословних разлога, већ из оних истих широкогрудних побуда из којих је пружио помоћ многим другим пионирима. Он је испунио своје великодушно обећање у потпуности и било би веома неразумно очекивати од њега нешто више. Он се са највећим поштовањем односио према мојим достигнућима и пружао ми је све доказе о својој потпуној вери у моју способност да на крају постигнем оно што сам себи ставио у задатак. Нисам вољан да извесним ускогрудим и суверњивим појединцима пружим то задовољство да мисле да су моје напоре осујетили. Ти људи за мене нису више од микроба неке опасне болести. Мој пројекат је успорен због закона природе. Свет није био спреман за њега. Био је исувише испред свог времена. Али ће на крају ти исти закони преовладати и претворити га у тријумфални успех. “

У периоду од 1909. до 1922. године Никола је пријавио много патената (турбине, пумпе, брзинометри...).

Јуна 1917. године добио је чувену Едисонову медаљу.

Након тога био је ангажован у борби против фашизма и нацизма, а дивио се нашој Народноослободилачкој борби. Слао је низ антифашистичких порука широм света.

2.7 Вечни живот

Никола Тесла је преминуо 7. Јануара 1943. Године, а та вест је врло брзо обишла цео свет. Неколико дана касније на Радио Њујорку одржана је емисија посвећена нашем великану. Тада је градоначелник Њујорка Ла Гвардиа прочитао посмртни говор који је написао познати писац Луј Адамич.

Део говора гласи:

„Прошлог четвртка ноћу умро је, овде у Њујорку, у својој скромној хотелској соби, човек од 87 година.

Његово име је Никола Тесла.

Умро је у сиромаштву, али је био један од најкориснијих људи који су икада живели.

Његова достигнућа су огромна и временом постају све већа.

Да је чезнуо за богатством, Никола Тесла је могао да има хиљаде милиона долара, могао је да постане најбогатији човек у земљи – у свету.

Није постао.

Није се бринуо ни о чему, није имао времена ни за шта што за многе чини успех.

Никола Тесла је био велики хуманиста, прави научни геније, песник науке.

Чинио је необична, запањујућа, чудесна дела, док је живео међу нама, чинио их је само зато да би служио човечанству а за своје заслуге није тражио награде.

Новац – за њега није марио.

Слава – ко је тај ко слави другог. То је био његов став.

Захвалност – њу није очекивао ни захтевао.

Никола Тесла није тражио да буде плаћен за оно што је чинио за људе. Он је само радио оно што је захтевао његов урођени геније који је наследио од мајке у родној земљи, Југославији.

Али Тесла није мртав. Само његово истрошено тело сада почива мирно.

Стваран, најбитнији Теслин део живи у његовом делу, које је огромно, скоро изван нашег схватања – и који је битни део наше цивилизације, нашег свакодневног живота...”

Опело Николи Тесли је одржано 12. јануара у Катедрали Светог Јована Богослова на Менхетну. Опело је одржао свештеник Српске Православне Цркве Душан Шуклетовић. Након опела испраћен је музиком, по његовој жељи то је била песма „Тамо далеко“ и Шубертова композиција „Аве Марија“, потом је његово тело кремирано.



Слика 8: Сахрана Николе Тесле

Људи често остану збуњени након информације да Никола Тесла велики Србин, Православац и Светосавац није сахрањен на начин како то налаже наша Црква. Читајући разне текстове на ову тему, долазимо до закључка да кремирање свакако да није била Николина жеља, него да је то одлука његовог рођака политичара Саве Косановића који, на сада сигурно његову жалост, није био близак Цркви из њему познатих разлога.

2.8 Почасни докторати и ордени

Николи Тесли су додељени следећи почасни докторати:

- Техничка школа, Беч, 1908.
- Универзитет у Београду, 1926.
- Универзитет у Загребу, 1926.
- Техничка школа, Праг, 1936.
- Техничка школа, Грац, 1937.
- Универзитет у Поатјеу, 1937.
- Техничка школа, Брно, 1937.
- Униерзитет у Паризу, 1937.
- Политехничка школа, Букурешт, 1937.
- Универзитет у Греноблу, 1938.
- Универзитет у Софији, 1939.

И ордени:

- [Орден Светог Саве](#), II класе, Србија, 1892.
- Орден независности Црне горе, 1895.
- [Орден Светог Саве](#), I класе Краљевина СХС, 1926.
- Орден Југословенске круне, 1931.
- Орден белог орла, I класе, Краљевина Југославија, 1936.
- Орден белог лава, I класе, Чехословачка, 1937.
- Медаља Универзитета у Паризу, 1937.
- Медаља Универзитета Св. Климент, Софија, 1939.



Слика 9: Тесла испред спиралног секундарног високофреквентног трансформатора, са књигом Руђера Бошковића

2.9 Мерна јединица – Тесла (Т)

Међународни систем физичких јединица укључује 13 изведених јединица, које су назване по истакнутим светским научницима.

По Николи Тесли је названа мерна јединица за магнетну индукцију. Ознака је велико латинично слово Т, а чита се Тесла.

3. JA SAM SRBIN

Славни Гете је давно рекао: „Истина се мора увек изнова и изнова испричати и упорно понављати јер се и заблуде свуда око нас увек изнова придикују и шире“, те ћемо у даљем тексту изнети неколико доказа који указују на то да је Никола Тесла био Србин, иако га данас многи називају Американцем и у најгорем случају Хрватом.

3.1 Љубав према епским песмама

Већ поменути Андервуду Џонсон, познатији под псеудонимом Лука Филипов, је заједно са Николом Теслом преводио песме Јована Јовановића Змаја, као и епске песме, на енглески језик. Лука је био Николин велики пријатељ, а Никола је своја писма упућена Луки завршавао са „Поздрави све Филипове“.

Тесла је био велики љубитељ и поштовалац српске јуначке поезије, о чему сведочи предговор америчког издања поезије Ј. Ј. Змаја, у ком говори да су Срби у бесмртне песме обукли племенита дела својих предака и њихово славно и често помињано јунаштво. Сам Гете је говорио да се наше епске, народне песме могу ставити упоредо са најлепшим производима Грка и Римљана, а Тесла се питао шта би Гете рекао о њима да је још и Србин?

Након прочитаног дела „Ко су Словени“ њујоршког универзитетског професора Паје Радосављевић, Тесла је замолио професора да га упозна са, поменутиим у делу, гусларом Петром Перуновићем Перуном.

Сусрет Перунов са Николом Теслом је био врло емотиван са обе стране, Никола је био одушевљен српским песмама, док је Перун био одушевљен Николом. Остале су сачувани Перунови списи у којима описује овај догађај и каже:

„Тесла сјеђаше за столом, а у руци држаше једну свијетлу стаклену куглу, која га обасјаше, те личијаше на Христа, кад му умјетници насликају свјетлост око главе. То је била лампа бјежичне светлости, коју је Тесла узимао. Пошто ме сагледа, устане и приђе ми у сусрет. Ја му се поклоних и са неколико бираних ријечи поздравих. Он ми снажно и срдечно стеже руку и љубазно понуди фотељу да сједнем. Нијесам могао одмах да сједнем, него сам очаран и задивљен посматрао најљепшег господина, ког сам икада у животу видио.

Висок и прав као копље убојито, лијеп и мио, као најљепша дјевојка, стајао је преда мном геније свијета – Никола Тесла. Његов господски и лијеп стас подсећао ме је на љепоту и сјај легендарног, у народним пјесмама прослављеног, косовског јунака Косанчић Ивана.“

Перун додаје да је након једночасовног разговора, узео гусле и изводио песме једну за другом: „Бој на Куманову“, „Омер и Мерима“ и „Стари Вујадин“.

Током извођења „Старог Вујадина“, Перун каже да је Тесла почео да плаче и рекао: „Гусле су најјача сила да освоје душу Србинову.“

У својој књизи „Тајанствене појаве у нашем народу: Креманско пророчанство“, Радован Казимировић бележи и један анегдотски сусрет Светог Владике Николаја Велимировића и Николе Тесле. Још 1916. године, за време наше пропасти, рекао је Никола Тесла др Николају Велимировићу, тада архимандриту, у Њујорку: „Ја ћу ускоро чути јеку гусала из моје Лике овде у Њујорку и то седећи на дивану.“ Епископ Николај је те речи славнога Тесле, прича ми, добро утувио. Оне су ми тада изгледале невероватно, а данас већ и по нашим кућама постоје радио-апарати који преносе вести из Моске, Лондона...



Слика 10: Свети Владика Николај Велимировић и Никола Тесла

3.2 О Српству

Никола Тесла је 1921. године рекао: „ Ви наравно знате да сам ја Србин, који потиче из једне од најстаријих лоза, с обзиром на то да име породице моје мајке потиче од давнина као и друга имена у нашем народу. Уредник листа 'Канзас Фармер енд Мејл енд Бриз' недовољно разуме да је провинција, у којој сам ја рођен, у то време била само под политичком влашћу Аустрије, што никакве везе нема са народношћу.“

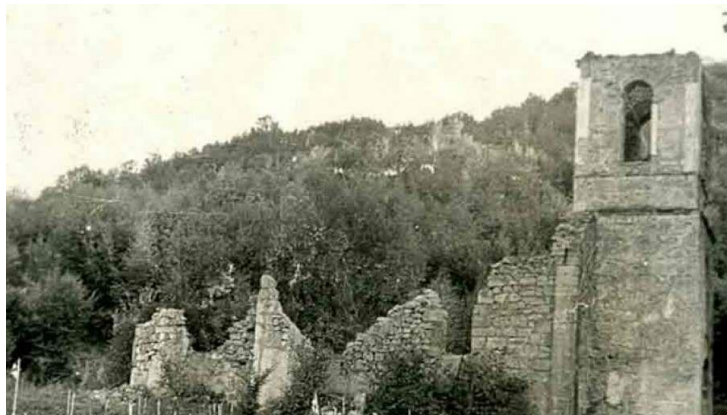
„Наш народ показује толику моралну снагу да нам светла образ пред светом. Оно што чине наша браћа у старом завичају достојно је духа који прожима нашу народну песму. Колику душевну снагу, чврсту одлуку, непрестрашеност и јунаштво су имали они наши још неразвијени дечаци кад су пред немачким пушкама радосно клицали: 'Ми смо српска деца. Пуцајте!' Како се ми сви можемо поносити знајући да у читавој историји света нема тако величанственог примера. Ови дивни мученици живећ векове у нашој успомени одушевљавајући нас на бесмртна дела.“ [4]

3.3 У Смиљану више нема Срба

Стравично мучење и убијање Срба од стране НДХ које је вршено 1941. године, залило је српском крвљу многа места данашње Хрватске. Спаљене су и рушене Православне Цркве. Тада је убијено преко 100 Срба из фамилије Тесла, од којих је 11 врло блиских рођака Николе Тесле.

На нашу огромну жалост то није био крај страдања за наш народ који је живео у тим пределима. Срби су убијани и спаљивани и у последњем рату вођеном деведесетих година прошлог века. 1991. године хрватске снаге су срушиле споменик српског научника Николе Тесле, а наредне године и цркву Светог Георгија.

Сви су убијени само зато што су били Срби.



Слика 11: Порушена Православна црква у Смиљану

3.4 Писма

**1. Љубиша Косановић – Николи Тесли
Ријека, 7. децембар 1896.**

Драги ујо!

Честитам ти имендан св. Николу! Дај Боже да би га дочекивао у потпуном здрављу много и много година на славу цијелог Српства, а на корист роду људском.

Читам често у „Србобрану“, а и нашем дјетињем листу „Голубу“ па се надамо да си вавјек здрав, кад онако радиш.

Љубим ти руку Твоју, нећак Љубиша

**2. Никола Тесла – Паји Мандићу
Њујорк, 17. мај 1894. године**

[...] Послати ћу књигу Пери овај који дан а Вама шаљем један број великог магазина Century (столећа) у коме су преведене неколике Змајеве песме. По успјеху судим да сам тим мојим чланком више користио Српству него радом на пољу електрицитета.[...]

Ваш Никола

**3. Николадин Косановић – Николи Тесли
Ријека, 3. фебруар 1896.**

Драги Никола!

[...] Омладинско друштво „Зора“ у Бечу слави сваке године по једног заслужног и великог Србина на светог Саву. Задњих година славили су Вука, Даничића. Сарајлију итд.; а ове године Тебе жива и здрава Хвала Богу. На ту цијел за св. Савско вече искали су од мене твоју слику, да Те у велико малају [...]

Твој Николадин

4. Рендген - Николи Тесли

У Музеју Николе Тесле у Београду постоји сачувано писмо, написано 20. јула 1901. године, гласи:

„Драги господине!

Изненадили сте ме лепим фотографијама предивних пражњења и пуно Вам се захваљујем на томе. Кад бих само знао како правите такве ствари! Уз израз посебног поштовања, остајем Вам посвећен,
В. К. Рендген”

4. Изуми Николе Тесле

Најзначајније дело Николе Тесле представљају проналасци на којима почива наш свакодневни живот. Ово се, пре свега, односи на његов систем наизменичних струја. Након тога су уследили његови бројни проналасци из области струја високе фреквенције и високог напона, укључујући трансформатор назван његовим именом, као и из области бежичног преноса где је, између осталог, дао пресудан допринос настанку радија. Творац је даљинског управљања, генерисања и примене рендгенског зрачења, електротерапије, као и система расвете. Поред електротехнике, Тесла се бавио и различитим другим областима технике.

Својим највећим делом је сматрао светски систем бежичног преноса информација и енергије, који је наменио добробити целог човечанства и чију реализацију је покушао да започне у Ворденклифу, Сједињене Америчке Државе.

Велики број својих проналазака Тесла је заштитио патентима. До сада је утврђено да је имао 116 основних патената, од којих су 109 амерички патенти и 7 британски патенти, којима је Тесла заштитио укупно 125 различитих проналазака. Такође је утврђено да је Тесла за своје проналаске добио бар 311 патената у 27 различитих земаља света.

Поред тога, Тесла је створио и значајан број проналазака које никада није покушао да заштити патентима, као што је, на пример, примена високофреквентних струја за медицинске сврхе.

Од посебног значаја су његова открића на пољу високих фреквенција. Због њиховог мноштва, ограничићемо се само на најважније радове:

1. Високофреквентни алтернатори са стационарном индуктивношћу од гвоздених језгра и индуктом без гвожђа који су достигали фреквенцију од 30000 Hz.
2. Статички генератори високе фреквенције са варницом и електричним луком.

Тесла је са оваквим генераторима, 1899. године, у својим чувеним лабораторијама у Колораду вршио истаживања са предајном станицом која је имала антену високу 70m, снагу 300kW и домет око 1000km. Постигао је изванредно значајне резултате производећи врло јака поља и врло високе напоне више од 12 000 000 V.

3. Употреба обртних генератора једносмерне струје и генератора ниске фреквенције у постројењима са електричним луком и варницом везаних за прво осцилаторно коло, које је индуктивно спрегнуто, без употребе гвожђа са секундарним осцилаторним колом.

Тесла је први открио непригушене електричне осцилације високе учесталости и први је, употребом подржаваних таласа, ударио темеље модерној телекомуникационој техници. У то доба су Маркони, Попов и др. још увек за своја проучавања и истаживања употребљавали Херцову апаратуру која је давала веома пригушене поворке гласа.

4. Трансформатори без гвозденог језгра, специјално за високе фреквенције које се данас користе за разноврсне сврхе и потребе.
5. Истаживања, нарочито лабораторијска, у областима спрега осцилаторних кола, са нарочитим проучавањем слабих спрега које и данас најчешће употребљавамо.
6. Проучавање електричне резонанције на простим и сложеним осцилаторним системима, специјално на систему од четири осцилаторна кола, два у предајној, а два у пријемној станици, уз могућност довођења и резонанцију било променом капацитивности кондензатора, било променом индуктивности калемова, што срећемо данас у сваком пријемном апарату и у свакој предајној станици.
7. Систем антена-земља, који је сам Тесла назвао „зрачећи систем“. Такође је и данас у употреби, али је нажалост најчешће познат као Макронијева антена.
8. Детектовање на слух радиотелеграфског преноса на подржаваним таласима помоћу тикера и помоћног точка, што је заправо претеча хетеродинског пријема.
9. Употреба цевастих пљоснатих проводника и употреба изолованих жица за пролаз струја високих фреквенција као средство за уклањање површинског ефекта, што се данас са развојем радиотехнике све више користи.
10. Физиолошка терапија помоћу струја високе фреквенције.
11. Физичке и техничке основе радиоелектричне телемеханике, односно управљање са даљине покретним објектима помоћу електромагнетних таласа.

Када је Тесла дошао до овог проналаска, та техника је била толико нова и несхватљива за многе инжењере, да је пре одобравања овог патента сам Никола Тесла морао да демонстрира свој проналазак пред Патентном комисијом управљајући са даљине једним бродом који се без посаде кретао у Њујоршкој луци. [11]

4.1 Зачетник великих дела

Никола Тесла је био идејни зачетник многих познатих научних достигнућа, али за њих није добио признање. Неки од тих дела су: робот, телевизија, вакуумска цев, даљинско управљање, јонизована плазма, флуоресцентна светиљка, сателити у геостационарној орбити итд.

Табла 1: Открића Николе Тесле за која није добио признање

Открића	Призната открића
Тесла (1891) - Електрон	Thomson (1897)
Тесла (1898) – Радио-веза	Marconi (1901)
Тесла (1894) – Рендгенски зраци	Röntgen (1895)
Тесла (1903) – Радар	Röntgen (1937)
Тесла (1891) – Електронски микроскоп	Ruska (1931)
Тесла (1891) – Акцелератор честица	Cockroft, Walton (1932)
Тесла (1891) – Линерани акцелератор	Cockroft, Walton (1932)
Тесла (1897) – Космички зраци	Hess (1912)
Тесла (1899)–Индукована радиоактивност	Joliot – Curie (1934)
Тесла (1893) – Ласер	Townes, Prohorov, Basov (1952) Maiman (1960)

Нека од наведених открића ће у даљем тексту бити детаљније објашњена.

4.1.1 Откриће електрона

Никола Тесла је 1891. године објавио у часопису *The Electrical Engineer* резултате својих покушаја електричног пражњења у вакуумској цеви, тумачећи то као последицу деловања електрично набијених честица. На овај чланак веома оштро је реаговао енглески физичар

Томсон, који је затим објавио чланак у којем је оспорио Теслине резултате. Након тога је Никола Тесла објавио нови чланак – одговор на Томсонову критику и оспоравање исте.

Шест година касније, Томсон је у магнетном пољу доказао постојање честица о којима је Никола Тесла писао, назвао их је електрони. За ово откриће је добио Нобелову награду.

Томсон никада није споменуо да је Никола Тесла дошао до овог сазнања пре њега.

4.1.2 Откриће радија и бежичног преноса

Када је напунио 41 годину, поднео је свој први патент бр. 645.576 из области радија. Изумео је прву електронску цев конструисану тако да се користи као детектор у радио систему. Њене особине представио је на својим предавањима у Паризу и Лондону.

Прве примене преноса енергије без жица приметио је Тесла, а за то је искористио последицу тока наизменичне струје која емитује електромагнетне таласе. Ако се количина енергије која се тако преноси, могуће је бежично слати договорене сигнале на страну која прима. Тако се могу преносити телеграфски кодови, глас, контролисати удаљене машине и аутомати, преносити слике и други облици информација. Он је демонстрирао први пример његовог бежичног преноса тако што је направио радио-контролисани модел брода.

Годину дана касније америчкој војсци приказује модел радијски управљаног брода, верујући да војска може бити заинтересована. Тада је он говорио о развоју „умећа телематике“, врсте роботике.

Радио контролисан брод је јавно приказан 1898. године на електричној изложби у Медисон Сквер Гардену. Само годину дана касније представио је у Чикагу брод који је био способан и да зарони. Ови уређаји су имали иновативни резонантни пријемник и низ логичких кола.

Ово откриће је Николи Тесли донело низ непријатних изненађења, јер је схватио да званични кругови не желе да сарађују са њим, као ни да разрађују ово дело.

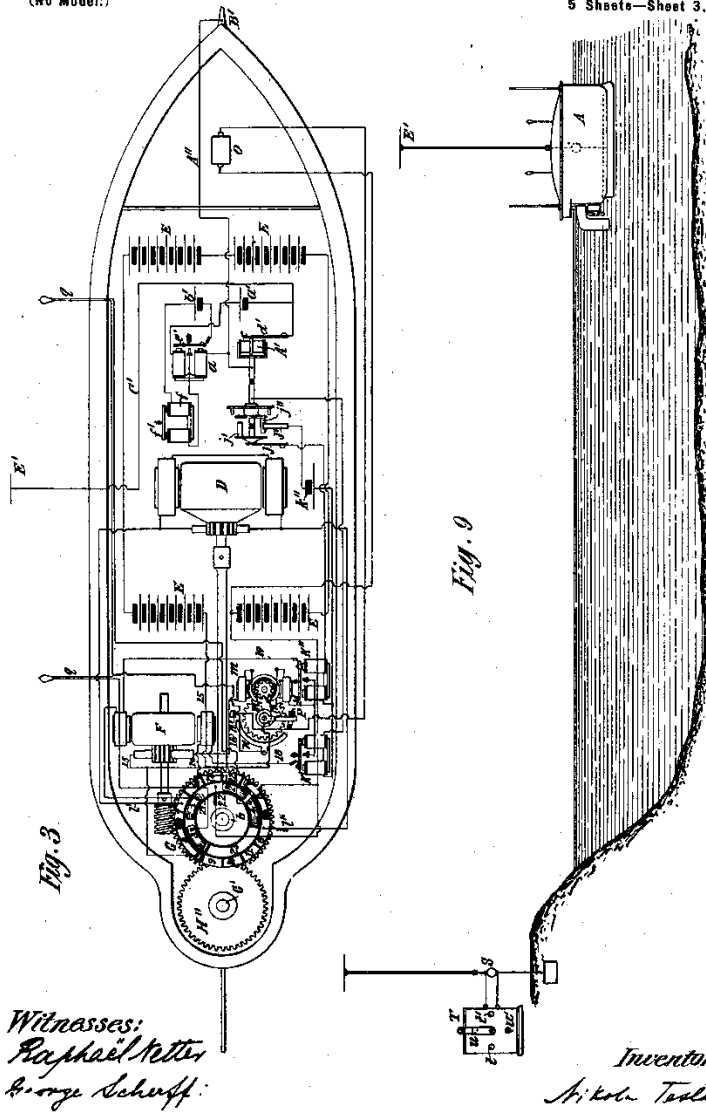
Радио-даљинско управљање остаје новотарија све до Другог светског рата.

Исте године Тесла је измислио електрични упаљач или свећицу за бензинске моторе са унутрашњим сагоревањем, за шта му је признат патент 609.250 под називом „Електрични упаљач за бензинске моторе“.

No. 613,809. N. TESLA. Patented Nov. 8, 1898.
METHOD OF AND APPARATUS FOR CONTROLLING MECHANISM OF MOVING VESSELS
OR VEHICLES.

(No Model.)

5 Sheets—Sheet 3.



Слика 12: Радио контролисан брод, патент број 613 809

4.1.3 Откриће X – зрака

На предавању одржаном на Колумбија колеџу, 20. маја 1891. године, под називом „Експерименти са наизменичним струјама веома високих фреквенција и њихова примена на методе вештачког осветљења“, Никола Тесла је представио нов начин стварања светлости путем вибрација.

Стаклени балон био је испуњен разређеним гасом, који је затим изложен деловању високофреквентних струја. На тај начин, побуђивањем молекула гаса, добијао је флуоросцентно светло. Ово су биле основне радње из којих ће се, модификацијама експеримента, добити услови за стварање x-зрака.

Крајем 1894. године, Никола Тесла је изводио огледе са фосфоресцентном и флуоросцентном светлошћу. Помоћу високофреквентног осцилатора напајао је Круксове цеви, Гајслерове цеви, али и цеви које је сам конструисао. На фото-плочама су се појављивале сенке, чију природу настанка није умео да објасни.

У марту 1895. избио пожар у Теслиној лабораторији, који је потпуно прекинуо његова истраживања. Када је Рендген у децембру објавио откриће x-зрака, Николи Тесли су ефекти, које је већ имао прилике да види на својим плочама, и физички добили смисао.

Едвард Рингвуд Хјуит (Edward Ringwood Hewitt, 1866–1957), проналазач и хемичар, у аутобиографији „То су били дани: приче о дугом животу“, објављеној 1943. године, наводи да је са супругом те 1895. године често виђао Николу Теслу, који је експериментисао и са Гајслеровим цевима. Сазнавши да Тесла жели да направи фотографије користећи Гајслерове цеви као извор светлости, препоручио му је да позове Марка Твена (Samuel Langhorne Clemens, 1835–1910) да учествује у снимању. О чину фотографисања Тесла није никоме причао. Хјуитова сећања представљају једино сведочанство о овом догађају.

„...Отишао сам да видим Теслу и сазнам како је слика испала. Он ми је рекао да је снимак потпуни промашај, у тој мери да га је одложио на страну у мрачној комори. Замолио сам га да видим плочу, али ми је узвратио да је сасвим неупотребљива.

Око два месеца касније, Рендген је објавио откриће x-зрака. Поново сам отишао до Тесле и преклињао га да извади плочу и дозволи ми да је погледам. Изнео ју је из мрачне коморе и принео светлости. Видео сам слику кружнице сочива, са бочним завртњем за подешавање, као и округле тачкице, које су представљале металне шрафове на предњем делу дрвене камере.

Тесла је бацио поглед. Онда је треснуо плочу о патос и разбио је у хиљаду комадића, узвикнувши: ‘Проклета будала! Уопште нисам приметио!’ Не верујем ни да бих ја боље

од њега разазнао шта смо фотографисали и колико је велика вредност тог открића. Али бих свакако волео да сам бар имао прилику да покушам на време.

Колико знам, Тесла за живота никоме није рекао за овај догађај, а ја сам био веома опрезан да га не поменем како га не бих повредио. Била је то прилика каква се пружа једном у животу. Обојица смо је пропустили.“

Никола Тесла је заступао тезу о корпускуларној природи рендгенских зрака, и трудио се да свој став докаже својим експериментима.

У чланку „Рендгенови зраци и материјане честице“ можемо прочитати како Тесла проналази, сваким даном, све више потврда за своје тврдње да су рендгенски зраци корпускуларне (честичне) природе.



Слика 13: Вилхелм Конрад Рендген

4.1.4 Теслини чланци о X – зрацима

У даљем тексту ће бити описано десет текстова о x-зрацима. Сви су били објављени у стручном часопису Електрикал Ривју:

1. „Тесла о рендгенским зрацима“ – 11. март 1896. године

У овом раду, Никола Тесла хвали Ленардов рад и Рендгеново постигнуће. Каже да је поновио експеримент и да је своју енергију усмерио на испитивање природе зрачења и усавршавање стварања x- зрака. У првом излагању ни не претпоставља њихову природу.

Закључује да њихово стварање зависи од интензитета „катодних зрака”, која опет зависи од разлике потенцијала успостављене у цеви.

У наставку пише како је импресиониран тиме што је већина резултата у Европи постигнута уз помоћ Румкорфовог калема, који је знатно слабији од опреме коју је он поседовао. Указује и на чињеницу да је коришћена цев врло важан елемент за успешност експеримента.

У раду описује шта је радио, као и своја искуства и ставове. Види се да је упознат са експериментима Келвина и Џозефа Џ. Томсона. Снимао је главу и описује своје утиске и добијене снимке. [18]

2. *Теслини последњи резултати: Он сада производи радиографе на дистанци већој од 40 фута* (“Tesla’s Latest Results: He now produces radiographs at a distance of more than forty feet”). – 18. март 1896. године

Жали се на чланак објављен пре седам дана и начин како је представљен. Такође, наводи исправке у вези претходног текста и даје образложења.

Служи се флуоросцентним застором, и изражава наду да ће се права побољшања тек десити. Изјављује да је за седам дана значајно напредовао. Тврди да добија сенографе само помоћу рефлектованих зрака, чиме показује да х-зраци поседују то својство. Ови наводи подржавају ефекте секундарног зрачења.

Такође наводи и експеримент помоћу којег износи тврдњу о евиденцији експериментима која подржавају теорију кретања материјалних честица изван цеви, што је, посматрано са становишта познавања физике данас, било погрешно протумачено. [18]

3. *Тесла о одбијеним рендгенским зрацима* (“Tesla On Reflected Roentgen Rays”) – 1. април 1896. године

Никола Тесла и сам наглашава да је своја истраживања започео не много мотивисан, али ипак жељан да проанализира добијене ефекте катодних зрака. Он је очекивао рефлексију млаза честица (знало се да је катодни зрак млаз честица, али није било јасно којих честица и какав је њихов материјални значај). Његови експерименти ишли су у том смеру.

Он описује цеви и експерименте које је изводио. Користио је различите елементе за електроде и плоче. Користио је и цеви различитог облика, у жељи да постигне ефекат који је хтео да истакне: „Употреба високих потенцијала од великог је значаја, зато што омогућава знатно скраћивање времена излагања, и утицај на плочу је на много већим удаљеностима.”

Тесла је сарађивао са професором Ентонијем (William Arnold Anthony) са Универзитета Корнел, који му је предложио неке идеје, које је он у својим експериментима реализовао. Користио је разне елементе као рефлектујућа тела, и у табелама је дао податке о резултатима трансмисије и рефлексије. [18]

4. *Тесла о рендгенском зрачењу* (“Tesla On Roentgen Radiations”) – 8. април 1896.

У овом тексту видимо напредак у размишљању о реализацији експеримената: комбинација елемената на плочама, спречавање интерференције, „мешања” како то Тесла назива, одбијених зрака и друго. У размишљањима и његовим покушајима да докучи шта се дешава у различитим ситуацијама види се јасна, научничка прецизност Николе Тесле.

Користи се флуоросцентним папиром да би скратио време изложености зрачењу. Он као предлагаче фосфоросцентних и флуоросцентних тела за скраћење експозиције наводи Хенрија и Салвионија, што ће Едисонови радници већ у фебруару 1896. године технолошки унапредити. У раду су описана искуства и приликом коришћења флуоросцентних застора. [18]

5. *Теслина најновија истраживања о рендгенском зраку* (“Tesla’s Latest Roentgen Ray Investigations”) – 22. април 1896. године

Текст почиње тако што наставља да тумачи табеле дате у претходном тексту од 8. априла.

Изводи шест закључака:

1. Јако испражњене сијалице емитују честично зрачење, које деловањем на металну површину ствара рефлексију.
2. Те зраке чине честице које су у елементарном стању.
3. Ти млазеви честица су вероватно исто оно што узрокује електромоторну тензију између метала, и у самом контакту.
4. Сваки метал или проводник је извор таквих млазева.
5. Ови млазеви су настали зрачењем које постоји у средини.
6. Млазеви налик катодним морају бити емитовани и од стране Сунца.

Тесла запажа да и катодни зраци, као и х-зрачење, имају природу која се разликује од онога што се дотадашњим знањем могло оправдати: „У својој преписци са вама од 1. априла, први пут сам изјавио да су ови зраци састављени од материје у ‘примарном’ или елементарном стању. Изабрао сам овај начин изражавања како бих избегао употребу речи

‘етер’, која се обично користи у Максвеловском тумачењу, што не би било у складу са мојим садашњим уверењима у погледу природе зрачења”.

Електрони тада нису били познати као елементарне честице, а ни структура атома помоћу које би се могао оправдати „положај” х-зрака у електромагнетном спектру.

С обзиром да је био једини ко је радио са наизменичним струјама, Тесла је покушавао да пронађе зависност оштрине сенографа од фреквенције струје. Није нашао такву зависност.

Разматра могућности како да постигне највећу оштрину слике. [18]

6. *Тесла описује интересантно једно својство зрачења х-зрака* (“Tesla Describe An Interesting Feature of X-ray radiations”) – 8. јул 1896. године

У овом раду описује цев која емитује х-зраке, али и даље је мишљења да им је природа честична и да се крећу великом брзином. [18]

7. *Рендгенски зраци или млазеви* (“Roentgen Rays or Streams”) – 12. август 1896.

У овом раду Никола Тесла разматра природу катодног млаза и х-зрака. Запажање му се заснива на претпоставкама Рендгена и Келвина, на чију потврду указују и резултати експеримената које сам прави. Он размишља о елементарним честицама као о фрагментима, али и о „трансформацијама материје у етар“. Тесла истовремено размишља и у правом и у погрешном смеру. Фасцинантно је пратити размишљање, лутање и потрагу за одговарајућим одговорима, који ће начинити конзистентну слику добијену из експерименталних података.

У тексту има 11 подналова у којима образлаже своје ставове: Феномен испражњавања, Веза између непрозирности и густине, Дефиниција сенки на застору или плочи, Зраци су сви исте врсте, Дешавања на филмовима, Понашања различитих тела при рефлексији зрака, Потпуно одсуство одбијања, Пражњење проводника, Извор зрака, Сенке у простору изван сијалице, Сва тела су прозирна за веома јаке зраке. [18]

8. *Тесла о рендгенским млазевима* (“Tesla On the Roentgen Streams”) – 2. децембар 1896. године

Указује на могућност да текст буде користан и физичарима и лекарима. Иако образлаже могућности настанка зрака, напомиње да је сам начин њиховог стварања, у намери њихове примењивости, од мале важности.

Јасно му је да х-зраци настају на месту удара катодног млаза, без обзира да ли се ради о аноди или о зиду посуде. И даље их тумачи као материјалне фрагменте, настале у судару.

Чак разматра и да Њутнов честични модел светлости треба размотрити кроз призму Рендгенових постигнућа.

Описује сопствена искуства у експериментима које је изводио. Погрешно тумачи да оштећена на кожи ствара озон, а не само х-зрачење. Даје леп пример, мисаони експеримент о рендгенским зрацима, са новчићем и мецима,.

На крају, може се закључити да је и Никола Тесла сликао људе да би открио страна тела (конкретно, метак) у њима. [18]

9. *Тесла о штетном дејству Ленардових и Рендгенових цеви* (“Tesla On the Hurtful Actions of Lenard and Roentgen Tubes”) – 5. мај 1897. године

Подржава истраживачки рад на х-зрацима и поред штетних ефеката зрачења, којих су научници постали свесни. Описује своје експерименте и искуства. Још увек мисли да иритацију коже приликом излагања х-зрацима изазива озон који се ствара јонизацијом ваздуха.

Нове експерименте које је реализовао је изменио тако што је: одбацио алуминијумски застор; користио цев у којој су електроде уместо од алуминијума биле од платине и смањено удаљеност излагања плоче х-зрацима. Тиме је постигао још већи интензитет х-зрачења. Сам се излагао зрачењу и описивао је запажања.

Указује да се даља разматрања морају усмерити на: термичке, електричне и електрохемијске ефекте – како назива ефекат стварања озона. [18]

10. *Тесла о извору рендгенских зрака и практичном прављењу и безбедном раду Ленардових цеви* (“Tesla On the Source of Roentgen Rays and the Practical Construction and Safe Operation of Lenard Tubes”) – 11. август 1897. године

Излаже побољшања која је направио на Ленардовим цевима, која помажу, по његовом мишљењу, да се избегну, или бар умање, лоша дејства х-зрачења, а што је представио 6. априла на предавању у Њујоршкој академији наука.

Свестан лутања у последњих годину дана дефинише три правца свог рада: да ли је неопходно да катодни млаз удара у препреку унутар цеви, да ли је важно да препрека буде у чврстом или течном стању и у којој мери брзина катодних зрака одређује карактер х-зрака. [18]

4.1.5 Допринос Николе Тесле у развоју сазнања о X – зрацима

Рад на развоју сазнања о x-зрацима у САД почео је непосредно након открића и прве објаве о њима. Осим Рендгена, значајне доприносе за дефинисање x-зрака и запажање њихових физичких карактеристика, дали су бројни научници и истраживачи међу којима се истичу и Михајло Пупин и Никола Тесла. Они су, одмах после Рендгеновог открића, посветили велики део свог истраживачког рада испитивању x-зрака.

Никола Тесла предњачи по броју објављених текстова у стручним часописима и још више по броју текстова у дневној штампи, што је било веома значајно за популаризацију открића x-зрака.

Теслин допринос је значајан због његовог високонапонског трансформатора који је нашао примену за генерисање x-зрака већег интензитета јер претходне електростатичке машине нису биле погодне за генерисање већих струја у вакуумским цевима. Теслино објашњење да су x-зраци честице није било тачно.

Мишљење да је Тесла, експериментишући са вакуумским цевима под високим напонем, још раније производио x-зраке има основе. Стиче се утисак да се Никола Тесла бавио x-зрацима некако „успут”. Он се истовремено интензивно бавио и својим наизменичним системима и флуоросцентним и фосфоросцентним сијалицама, а из искуства стеченог у раду на тим пољима проистекао је и његов рад на x-зрацима.

Значај Николе Тесле у развоју сазнања о x-зрацима био је:

1. Развој високонапонских трансформатора који су били неопходни за стварање велике потенцијалне разлике за убрзавање електрона (катодних зрака).
2. Вишегодишње искуство, у моменту када су зраци откривени, у раду са високим напонима и вакуумским цевима.

4.1.6 Поређење Теслиног и данашњег сазнања о X-зрацима

1. *Тесла:* Ако честице катодних зрака падну на препреку, као резултат настају мање честице рендгенских зрака које се крећу већом брзином од катодних зрака.

Данашња физика: Ако електрони катодних зрака падну на препреку, нагло се успоравају и као резултат настају високоенергетски фотони рендгенског зрачења који се крећу брзином светлости.

2. *Тесла:* Што је препрека дебља, интензивнији су створени рендгенски зраци.

Данашња физика: Што је препрека дебља, дуже је успоравање електрона, па је интензивније резултујуће рендгенско зрачење.

3. *Тесла:* Рендгенски зраци се не могу скренути помоћу стаклених сочива, али се могу скренути помоћу проводних површина.

Данашња физика: Фреквенција рендгенских зрака је знатно већа од фреквенције видљиве светлости. Зато се рендгенски зраци не могу скренути помоћу оптичких стаклених сочива. Касније је откривено да се могу скренути помоћу кристалних сочива, као и да се могу рефлектовати на металним површинама.

4. *Тесла:* Рендгенски зраци могу позитивно наелектисати удаљене проводнике. Честице рендгенског зрачења су електрично позитивно наелектрисане.

Данашња физика: Теслини експериментални резултат да рендгенски зраци који падну на проводник могу да га позитивно наелектришу је исправан, али његово теоријско тумачење није добро. Наиме, фотони рендгенских зрака избијају електроне из метала, те га на тај начин позитивно наелектришу.

4.1.7 Откриће радара

Данас су свима нама познати физички принципи радара, који се углавном своде на следеће: на употребу врло кратких таласа, на емитовање необично краткотрајних импулса, јако уснопљених и врло снажних до неколико хиљада киловата, на пријем рефлектованих таласа, односно еха послатих импулса и на крају на регистровање фазног става еха у односу на емитовани импулс што се обично врши на флуоресцентном застору катодне цеви.

Треба истаћи то да је Никола Тесла први одредио основе свих ових физичких елемената радара, још онда када техника, а посебно радиотехника, није била у могућности да реализује његову замисао.

За време Првог светског рата, немачке подморнице су биле велика опасност за савезнике. Како би се нашло техничко решење у борби против Немаца који су нападали из воде, консултовали су најпознатији научници у Америци, а међу њима и Никола Тесла. Тесла је предложио решење овог проблема које је објављено у америчком часопису Електрикал експериментер, августа 1917. године.

Ево шта је Тесла том приликом рекао: „Постоји могућност да се утврди место подморнице помоћу електромагнетних таласа. Ако сноп концентрисаних зракова из осцилатора врло високе учесталости избацимо у делићу једне секунде, па га после рефлектовања од подморнице учинимо видљивим на неком флуоресцентном застору на лађи која је сноп избацила или на неком другом броду. Тако можемо утврдити где се подморница налази... Таласи овог електричног зрака морају бити врло кратке дужине. То је најважније. Осим тога, морају развијати огромну снагу, тј. импулси морају бити снаге од неколико хиљада kW.“ [19]

Тесла додаје: „Претпоставимо, на пример, да је лађа снабдевена пројектом таквих зракова. Снопови зракова слали би се у врло кратким временским интервалима, брзо један за другим. Тако би било могуће да се шаљу импулси чија би електрична енергија одговарала снази од више хиљада kW..., јер се помоћу погодних кондензатора могу нагомилати огромне количине енергије, које можемо ослобађати брзином којом желимо.

Претпоставимо да смо моментално избацили импулсни сноп таласа који ће погодити подморницу. Шта ће се десити? Догодиће се тачно ово: зрак ће бити од подморнице рефлектован и ми га можемо погодним апаратом ухватити и пренети до флуоресцентног застора. За обично око зрак би уствари био невидљив, али га ми можемо учинити видљивим и могли би постићи да лађа која шаље зраке прима њихов одјек у одређеним временским интервалима према брзини којом их шаље.

Да бих био размљивији, објаснићу то помоћу пројектора који шаље светлосне зраке ноћу у правцу неког балона. Када светлосни зраци достигну балон, он нам постаје видљив под разним угловима. Исти ефекат може се постићи и помоћу невидљивих електричних зракова ако их добро употребимо. Када такви зраци достигну подморницу, они се рефлектују али не више у облику концентрисаног снопа, јер се зраци од ње разилазе, а то је баш оно што желимо...“ [19]

1921. године Тесла је издао још један чланак под насловом „Међупланетарна комуникација“, у ком је све горе наведено додатно разрадио.

4.1.8 Теслино зрачење и космички зраци

Откриће Теслиног зрачења је смештено у 1897. годину, тада је он био уверен да је својим експериментима доказао постојање тог зрачења. Неколико година касније је објавио патент у ком је предложио методу за коришћење Теслиног зрачења.

У Лондону је држао предавање о специјалној вакуумској цеви са Теслиним зрачењем. Према његовом мишљењу извор тог зрачења је свемирски простор, али да га је такође могуће добити и у вакуумској цеви.

Природа Теслиног зрачења је:

1. Теслино зрачење се састоји од честица инфинитезималне величине, назовимо их Теслине честице.
2. Теслине честице носе мало позитивног наелектисања, које је фрагмент елементарног наелектрисања.
3. Теслине честице продиру кроз твар скоро без интеракције.
4. Теслине честице могу се кретати брзином већом од брзине светлости.
5. Теслине честице могу индуковати радиоактивност јер дестабилизују атомско језгро на које налаћу.
6. Теслине честице налаћу на Земљу из свемира, из свих смерова.
7. Све звезде, укључујући и Сунце, емитују Теслине честице.
8. Теслине честице могуће је доказати помоћу експеримената у вакуумској цеви.

У својим експериментима Никола је користио јако високе напоне. У вакуумским цевима је убрзавао електроне до енергије од 2,4 MeV, што значи да је заправо створио линеарни честични акцелератор.

Из тачке два видимо да Теслино зрачење одговара управо космичком зрачењу. Сматрао је да би се огромна енергија космичких зрака, која стално запљускује Земљу, могла користити као еколошки чист извор енергије.

Занимљиво је да је Тесла тачно предвидео да су космички зраци позитивно наелектрисани.

4.1.9 Откриће ласера

Никола Тесла је 1893. године конструисао рубински уређај који се електрички побуђивао и давао „светлосни зрак танак попут оловке“. Тај уређај је по конструкцији био сличан рубинском ласеру и вероватно је Никола тада добио ласерски сноп светлости. Проблем Теслиног уређаја је био тај што се брзо оштећивао.

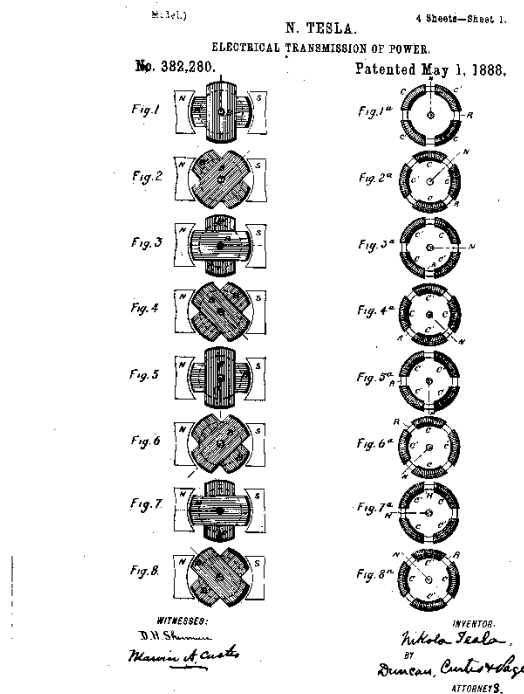
Неки извори кажу да је ове зраке Никола Тесла 1918. године упутио ка Месецу.

Тесла је очигледно имао компоненте за конструкцију ласера, али не постоји сигуран доказ да је заиста добио ласерски сноп. До тога је дошло из разлога што је он своја открића која нису патентирана приказивао на неким научним скуповима, али није обелоданио у званичним новинама. Свакако да треба скренути пажњу да он није знао одређене кључне елементе за разумевање физичког принципа ласера и масера.

4.2 Признати патенти

1887. године Никола Тесла је у Америци пријавио седам основних патената полифазног система. Сви ови патенти су били одобрени и њему додељени 1. маја 1888. године. Они су били од капиталне важности за покрет и изградњу електротехнике.

Прва два америчка патента броја 381.968 и 382.280 односе се на откриће обртног магнетног поља, произведеног средством полифазних струја, такође на проналазак обртног електричног генератора за полифазне наизменичне струје, затим на проналазак индукционог мотора и на средства за пренос електричне снаге на знатно веће даљине него што је то тада вршено. У њима се још и опширно говори о синхронном преносу између двофазног алтернатора и такође двофазног мотора.



Слика 14: Патент 382 280

Наредна три патента бројева 831.969, 382.281 и 382.279 заштићују полифазне синхроне моторе, побуђене једносмерном струјом, системе за пренос електричне снаге и електричне

моторе са навојима у кратком споју. У последњем од ова три патента Тесла предвиђа на ротору поред једног, још и други полифазни намотај са обртним магнетним пољем у супротном смеру ради удвостручавања брзине мотора.

(No Model.)

2 Sheets—Sheet 2.

N. TESLA.

ELECTRO MAGNETIC MOTOR.

No. 382,279.

Patented May 1, 1888.

Fig. 3.

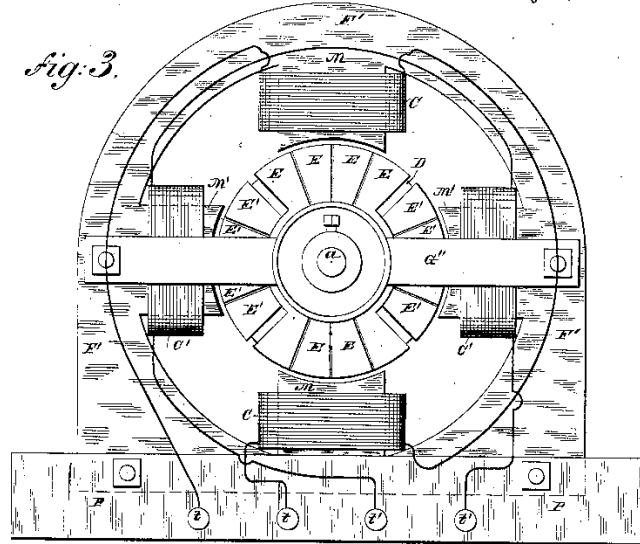
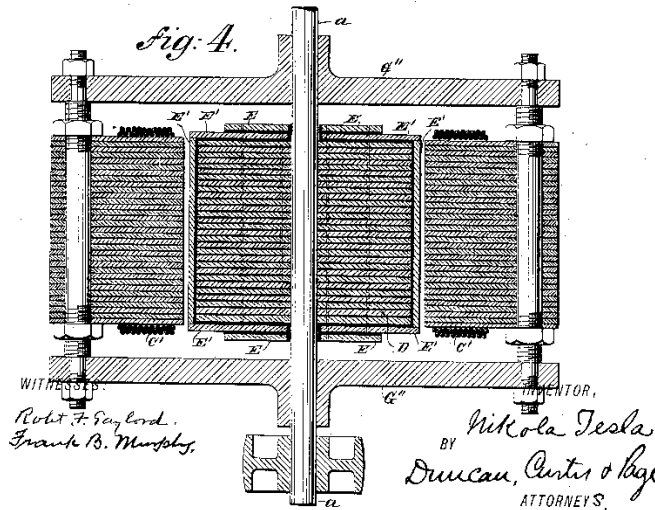


Fig. 4.



WITNESSES:
Robert F. Seybold,
Frank B. Murphy,

INVENTOR,
BY Nikola Tesla.
Duncan, Curtis & Kay
ATTORNEYS.

N. PETERS, Photo-Duprator, Washington D. C.

Слика 15: Патент 382 279

Последња два из ове групе су броја 381.970 и 382.282. Они се односе на системе за преношење и расподелу електричне енергије помоћу полифазних трансформатора чији секундари, предвиђени са више прикључака, омогућују различите начине расподеле.

Поред ових седам главних патената, Тесла је 1888. године пријавио још 34 који се односе на изградњу модерне електротехнике. Највећи део ове друге групе патената представља проширења и усавршавања средства из прве групе за произвођење, преображавање, преношење, расподелу и коришћење електричне енергије помоћу система полифазних наизменичних струја.

Из друге групе патената је потребно издвојити два најзначајнија броја 390.413 и 390.414 који са горе наведених седам основних чине базу полифазног Теслиног система.

Први патент се односи на расподелу и пренос електричне снаге у полифазном систему реда b , чији се ранији број од $2q$ проводника може, употребом једног јединог повратног вода, свести на $q+1$ проводника. Овде Тесла показује како се може редним и оточним везивањем груписати више двофазних мотора са преносним водом од три жице и како се могу овакви преноси напајати помоћу полифазног алтернатора са једноликим намотајем на индукту снабденим једним колектором који дозвољава самопобуђивање. [19]

Други патент описује електричне машине које се могу користити као генератори једносмерне и наизменичне струје, на тај начин објашњава рад и даје конструкцију комутатора. Овде говори и о трофазним алтернаторима и моторима, који су везани преносним водом начињеним од три проводника. Закључај је да се $2q$ проводника једног полифазног преносног вода реда q може свести на свега q проводника. У овом патенту се говори и о разним системима преносних полифазних система, као и о улози неутралног односно нултог проводника у трофазном систему. [19]

Како је проналазак индукционог мотора представљао централни проблем полифазног система и најјачи аргумент тезе за употребу наизменичних струја у будућој електротехници, а такође и најјачи аргумент против тезе оних који су се упорно залагали да се настави са техником једносмерне струје, то је Никола Тесла 1887. године дао на званично испитивање и оцену свој асинхрони и синхрони мотор чувеном професору Корнел Универзитета В.А. Антониу. Резултати његовог испитивања су били задовољавајући, јер, у погледу степена корисног дејства, мотори за наизменичну струју не изостају ни мало за моторима једносмерне струје која се дотле искључиво употребљавала за произвођење моторног погона. Професор Антони је изнео своје резултате на предавању у Америчком институту електротехничких инжењера. [19]

(No Model.)

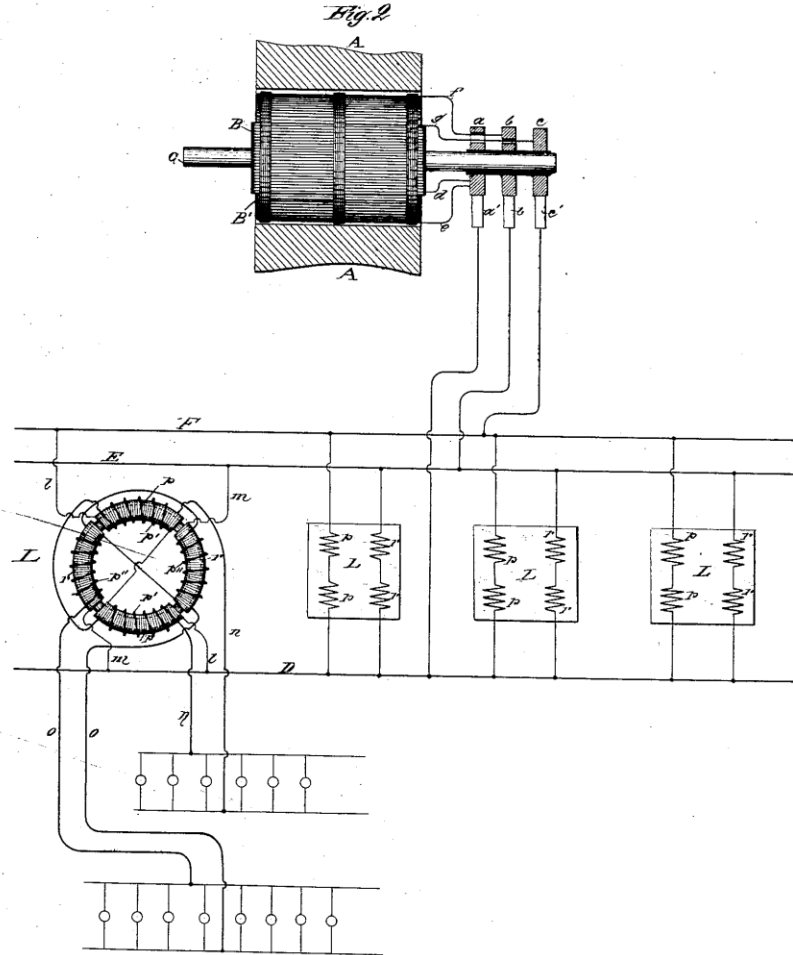
3 Sheets—Sheet 2.

N. TESLA.

SYSTEM OF ELECTRICAL DISTRIBUTION.

No. 390,413.

Patented Oct. 2, 1888.



WITNESSES:

Raphael Netter
Francis A. Murray

INVENTOR

Nikola Tesla

BY
Duncan Curtis & Page
ATTORNEYS.

Слика 16: Патент 390 413

Када су Тесла признати патенти за полифазни систем наизменичних струја, у свету се говорило само о техници једносмерне струје. Због таквих прилика он је морао да започне борбу за свој полифазни систем и да целом свету наметне једну нову електротехнику.

4.3 Пројекат Нијагаре

У мају 1888. године фирма Вестингхаус откупила је прву групу Теслиних патената, одмах након одобрења Америчког патентног бироа. Фирма Вестингхаус је тада била једина у Америци која је градила генераторе за монофазну наизменичну струју и подизала електричне централе и градске мреже искључиво за осветљење. Радили су са струјама врло високих фреквенција (од 124 до 133Hz), док се Никола Тесла, дајући за то адекватна теоријска и физичка решења, још онда определио за нижу фреквенцију од 60Hz, који је ред величина остао актуелан у електротехници. Тако да је Тесла морао против своје воље изванвременски период да ради у фабрикама овог предузећа на адаптацији својих изума за вишу учесталост.

Техника наизменичних струја која је произашла из Теслиних полифазних система однела је најлепшу и најубедљивију победу над техником једносмерне струје у дугим дискусијама којима је био повод сукоб у мишљењима када се решавало питање искоришћења Нијагариног водопада.

Теслин асистент, професор Скот је говорио: „...да је управо тада Теслин полифазни систем био тај који је допринео великом успеху пројекта Нијагаре и обрнуто, искоришћавање водопада Нијагаре директно је допринело престижу Теслиног новог електричног система.“ [19]

Основали су интернационалну комисију која је била састављена од најпознатијих научника и стручњака оног доба. Задатак комисије је био да проучи и нађе најбоље решење за коришћење водопада Нијагаре, како у техничком тако и у економском погледу. Поред многих других чланова, узели су учешће такође и Едисон и Томсон који су били за једносмерну струју. Било је усвојено решење засновано на Теслином полифазном систему.

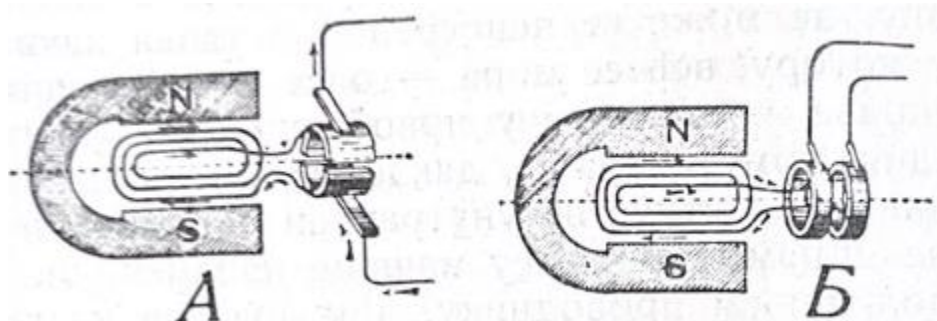
Члан комисије, професор Жорж Форбе је тим поводом рекао следеће:

„Већина вас биће јако изненађена, као што сам и ја то био када сам после продужене и непристрасне студије проблема дошао до закључка да се једино практично решење и најбоље за нову индустријску варош која треба да се изгради близу Нијагаре, састоји у усвајању генератора и мотора за наизменичне струје. Једини асинхронни мотор који одговара практичним потребама јесте Теслин мотор који је конструисан у фабрикама Вестингхаус и који сам лично подвргао различитим испитивањима у радионицама које се налазе у Питсбургу. Ово је мотор без комутатора, без четкица и без колектора.“ [19]

Испорука електричних инсталација за постројење на Нијагари била је уступљена фирми Вестингхаус 1891. године, а цело постројење свечано је пуштено у рад 1896. године.

5. Откриће вишефазне струје и обртног магнетног поља

Велико Теслино откриће састојало се из открића полифазне струје и обртног магнетног поља, произведеног помоћу такве струје. Вишефазна струја је наизменична струја коју производимо у динамо машини на тај начин што намотај анкера делимо у више посебних издвојених намотаја.



Слика 17: Динамо машина обичне наизменичне струје

Предпоставимо да показани намотај, који је везан са два прстена, представља један одвојени намотај. Даље, под улгом од 90° односно усправно на намотај, на индуктору (анкеру) имамо још један такав намотај и да је тај везан са друга два прстена. Тада бисмо имали два намотаја са четири прстена. Сваки од њих при окретању анкера би производио наизменичну струју, а сваку од њих бисмо могли одвојити са посебна два проводника и искористити у засебним струјним круговима за сврхе осветљења и друге потребе. [19]

Разлика између те две струје састојала би се само у томе што се не би у исто време појављивале, јер у моменту када се један намотај налази између полова, па се у њему јавља струја, у другом намотају струје уопште не би било. Када би се намотаји обрнули са осовином за 90° , појавила би се струја у другом намотају, а у првом је не би било. Ако претпоставимо да на осовини имамо три посебна намотаја поређана тако да између сваке групе намотаја имамо угао од 60° , односно 120° , добили бисмо три једнаке струје, али не у исто време. [19]

(No Model.)

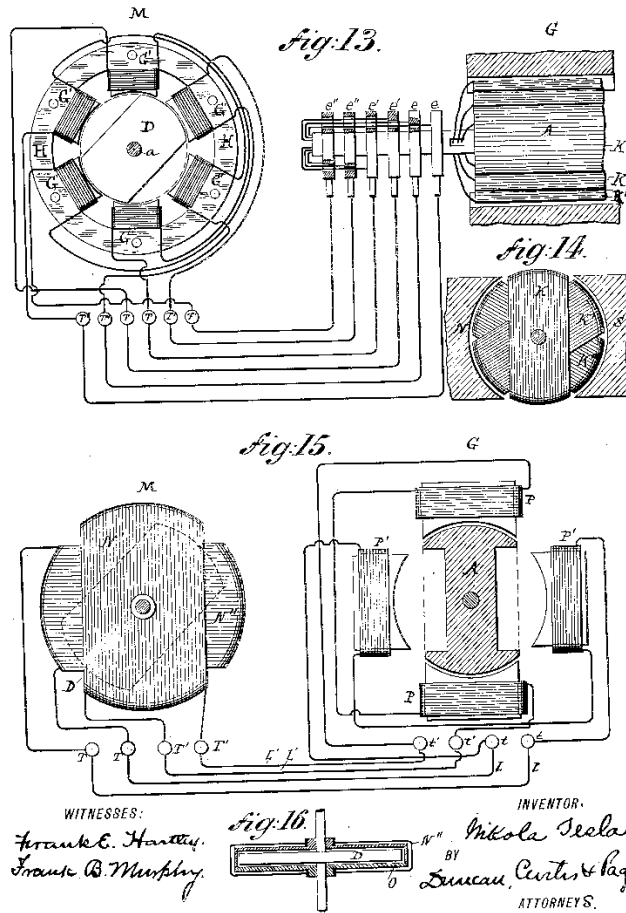
4 Sheets—Sheet 3.

N. TESLA.

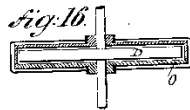
ELECTRO MAGNETIC MOTOR.

No. 381,968.

Patented May 1, 1888.



WITNESSES:
 Frank C. Hartley.
 Frank B. Murphy.



INVENTOR:
 Nikola Tesla.
 BY
 Lemuel Curtis & Page
 ATTORNEYS.

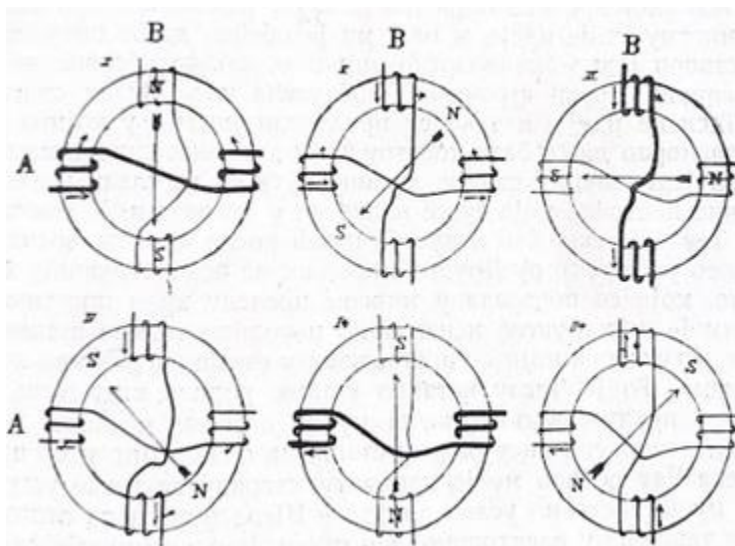
Слика 18: Патент 381 968

На слици 18 видимо схему Теслине трофазне динамо машине, у којој је са А означен анкер (индуктор) са К, К' и К'' три намотаја, који се са намотајима обрће између магнетних полова. На анкеру имамо са леве стране шест прстенова од којих су по два спојена са крајевима сваког намотаја.

При обртању трофазне машине добијамо трофазну струју, дакле три једнаке наизменичне струје које се разликују једна од друге само по томе што се јављају у три разне временске фазе.

На левој страни слике видимо Теслин трофазни индукциони мотор са три пара полова од којих је сваки снабдевен са два проводника, који су везани преко прстенова са намотајима машине.

Када је машина (генератор) снабдевена само са два намотаја, онда даје двофазну струју. У том случају и у мотору долази до израза двофазна струја, те се такав мотор назива двофазни. Такви мотори су у стању да ставе у покрет осовину (а) са гвозденим диском D, зато што производе померање магнетних полова, који привлаче диск (ротор) и стављају у обртање (ротацију). Зато се и каже да Теслине вишефазне струје, које се могу састојати из две, три или више фаза, стварају обртно магнетно поље које ставља у рад мотор без комутатора и четкица. [19]



Слика 19: Дијаграми

На слици 19 су приказани дијаграми из којих се види како се полови померају, како настаје обртно магнетно поље. Да би ствар била јаснија, приказано је произвођење обртног магнетног поља помоћу двофазне струје.

I дијаграм: A обележава намотај кроз који пролази једнофазна струја из намотаја динамо машине који се налази непосредно испод полова. Тада је у њему струја најјача, зато је тај намотај нацртан дебелом црном линијом. У том моменту у другом намотају генератора немамо никакве струје, па је немамо ни у намотају B код мотора. У прстену мотора се појављује магнетно поље на месту које је означено стрелицом NS.

II дијаграм: у оба намотаја имамо струју, тако да се сада магнетно поље појављује као резултат обе струје. Његов правац обележен је стрелицом, помереном за 45° . Струја је у овом случају у сваком намотају слабија, него што је струја у намотају А првог дијаграма.

III дијаграм: имамо струју само у намотају В. Магнетно поље се померило за 90° према првом дијаграму.

IV дијаграм: сличан случај као код другог, само је правац кретања струје у намотају А супротан. Магнетно поље се померило за даљих 45 степени.

V дијаграм: супротан случај оном у првом дијаграму. Имамо струју у намотају А, али у супротном правцу, зато и стрелица показује супротан правац.

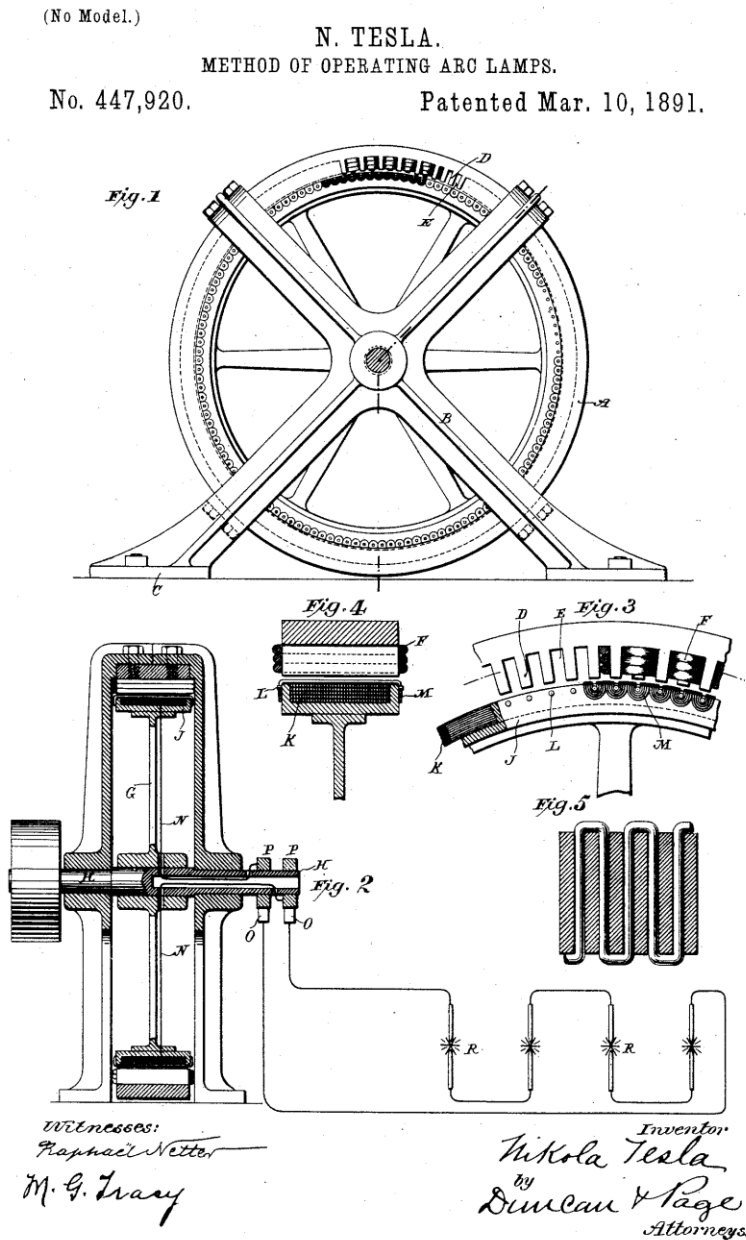
VI дијаграм: случај супротан оном у другом дијаграму.

Док се анкер у динамо машини обрне једанпут, померили су се полови у мотору истом брзином, те се према томе и диск, односно ротор у мотору под дејством померања полова обрнуо једном. Истом брзином којом се анкер обрће у генератору обрћу се и полови у мотору, што значи да се у мотору створило обртно магнетно поље, које је у стању да производи рад стављајући у обртање ротор. [19]

Овде је приказан само најпростији принцип у жељи да се схвати само физички смисао обртог магнетног поља, као и значај Теслине вишефазне струје.

6. Теслине струје или високофреквентне осцилације

На слици 20 је приказан први Теслин високофреквентни генератор из 1889. године. Помоћу њега је било могуће производити наизменичну струју од 10 000 периода у секунди.



Слика 20: Патент 447 920

Непокретни део генератора састоји се из прстена од кованог гвожђа са 400 зубаца, око којих су смештени намотаји за произвођење магнетног поља. Сваки зубац представља један магнетни пол. Намотаји су смештени тако да се полови наизменично ређају (северни, јужни, северни...). На статору имамо 200 парова полова.

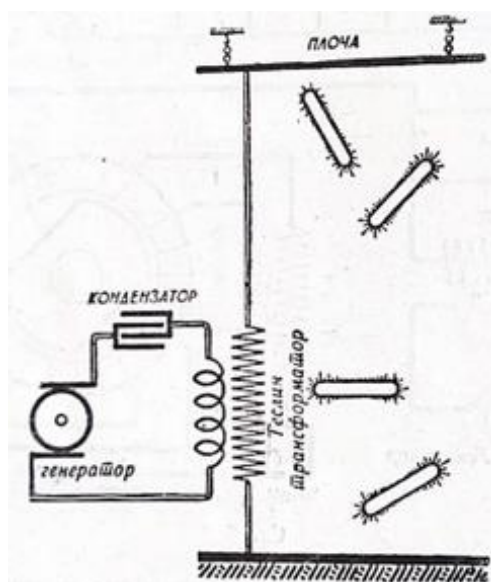
Индуктор генератора састоји се из точка од ливеног гвожђа, обрађеног на периферији, тако да се у удубљење може сместити велики број танке каљене жице, која карактерише језгро за намотаје индуктора. Жица је смештена у више наслага (К), а намотаји су постављени изнад ње. Намотаји индуктора везани су у серију, а струја која се у њима производи се одводи преко два изолована прстена (РР) у четири лучне пумпе. [19]

Када машина ради са 3000 обртаја у минути, у намотајима индуктора се производи наизменична струја која врло брзо мења свој правац. За време једног обртаја, делови намотаја пролазе испод 200 парова полова (испод сваког пара се производи једна периода) и добија се 200 пуних периода, односно 400 промена правца струје. Када се индуктор окрене око своје осовине 3000 пута у минути, односно 50 пута у секунду, добијамо наизменичну струју од 10 000 периода у секунди. Струја мења свој правац 20 000 пута у једној секунди.

Пре овог Теслиног открића, лучне лампе су давале непријатан звук који се мењао заједно са фреквенцијом струје, јер машине нису биле у стању да одржавају константну фреквенцију од 133 периода. Звук је настајао због брзих промена у загревању и хлађењу гасовите материје која је сачињавала електрични лук. Било је још потешкоћа, а као највећа се издвојила та што наизменична струја није могла да се искористи за произвођење малих лучних лампи.

Дакле, Тесла је схватио да ће све потешкоће бити отклоњене употребом струје која би мењала свој правац више хиљада пута у секунди. Он је радио са малим лучним пумпама и није се јављао никакав звук, а светљење је било мирно, непрекидно и без треперења.

На слици 21 је приказан распоред којим се Никола Тесла служио за осветљавање евакуисаних цеви без жица. На њему је везан високофреквентни генератор у серију са кондензатором и калемом, помоћу кога је у секундарном калему индуктивно произвођена струја високе фреквенције и много вишег напона. Крајеви секундарног калема спојени су с једне стране са земљом, а с друге стране са једном вертикалном жицом (антеном) која је на горњем крају била везана за једну плочу, да би се повећало дејство.



Слика 21: Распоред за осветљење цеви без жица

Такав распоред даје снажно електромагнетно поље у коме цеви и сијалице без икаквог додира са струјом светле на приличној даљини од калема. То је био први пренос електричне енергије без жица помоћу Теслиног плана који обухвата: секундарни калем Теслиног трансформатора, антену и уземљење. [19]

На овај начин, Тесла је током својих предавања производио електромагнетне таласе који су пролазили кроз зидове, тако да су цеви и сијалице могле да светле и у одвојеним, удаљенијим просторијама.

Да би произвео високофреквентне осцилације од више милиона периода искористио је електричну варницу, кондензатор и генератор високог напона (слика 22). Та метода описана је у патенту број 462 418, а Никола Тесла је рекао следеће:

„Употребљујем динамо машину високог напона која је у стању да даје или једносмерну или наизменичну струју. Овакву динамо машину везујем са кондензатором или проводницима извесног капацитета и празним нагомилану електричну енергију напрасно кроз варничаре, или на други начин, у радно струјно коло где се налазе апарати и инструменти који искоришћују овакву струју, а према потреби и кондензатори. Оваква пражњења могу бити истог правца, или наизменична и испрекидана, могу да се понављају спорије или брже, а могу бити и осцилаторна врло велике брзине. У радном струјном колу струја високог напона, а мале јачине претвара се помоћу кондензатора у струју ниског напона велике јачине. Произвођење и примена струје брзих осцилација, или промена правца, – а њихов број може износити много милиона у секунди, - омогућује између осталог ове велике користи:

3. Капацитет кондензатора за извесну одређену снагу смањује се врло битно.
4. Степен дејства кондензатора повећава се, а њихова тенденција загревања се смањује.
5. Обим претварања струје се повећава.

На тај начин сам остварио систем или методу претварања струје који се битно разликује од онога што је до сада било познато. Моји експерименти су показали да је однос струје радног струјног кола према струји генератора у толико већи у колико је већа самоиндукција радног кола. Уколико је омски отпор радног кола мањи утолико су мање пригушени талас, тј. већи је број осцилација у јединици времена.“ [19]

Велику улогу овде играју кондензатор и варничар, јер они струју генератора високог напона претварају непрекидно у врло брзе осцилације односно снажну високофреквентну струју.

(No Model.)

N. TESLA.

METHOD OF AND APPARATUS FOR ELECTRICAL CONVERSION AND DISTRIBUTION.

No. 462,418.

Patented Nov. 3, 1891.

Fig. 1

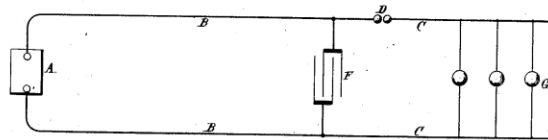
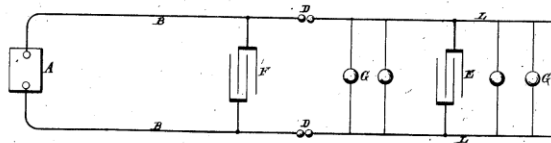


Fig. 2



Witnesses:
Raphael Nitter
Frank B. Murphy

Inventor
Nikola Tesla
 by *Duncan Page*
 Attorneys.

Слика 22: Патент 462 418

Физички процеси се одвијају на следећи начин: кондензатор прикупља електричну енергију из генератора и празни се преко варничара у моменту, када се на кондензатору појави највиши напон. Тада напон савлађује отпор ваздуха између куглица варничара и настаје осцилаторно пражњење кондензатора. Са негативног пола кондензатора појуре електрони кроз варничаре према позитивном. После кратког времена, кондензатор је наелектрисан у супротном смеру и електрони крећу кроз варничаре у супротном правцу. То се врши док генератор не напуни кондензатор новом енергијом у ком моменту почиње поново осцилаторно пражњење кондензатора. Брзина осциловања зависи од капацитета кондензатора и индуктивности радног кола. [19]

Кондензатор игра улогу и трансформатора енергије, јер непрестано прима нову енергију из генератора, претвара се у осцилаторну енергију и снабдева радно коло струјом високе фреквенције. Ово је једно од најважнијих открића на пољу технике високе фреквенције, јер је омогућило да се произведу врло брзе и снажне осцилације које се појављују у облику високофреквентне струје. [19]

У тескту изнад је објашњено како настаје струја високе фреквенције и ниског напона. Тесла који је радио са високим напонима, јавила се идеја да покуша да се трансформише у високе напоне. Тада је дошао до генијалног проналаска Теслиног трансформатора без гвозденог језгра, који код високих фреквенција и у радиотехници представља основни проналазак на ком је све даље изграђено. Тај проналазак Тесла је заштитио патентом број 454 622.

Испитујући физичке појаве које при томе настају, Тесла је утврдио да осцилације примарног кола ометају осцилације секундарног кола и да се најбољи резултати постижу када се енергија из примарног кола моментално пренесе у секундарно и спречи свако осциловање примарног кола. Да би прекинуо осцилације у примарном колу, Тесла је дошао до открића да је варницу потребно моментално угасити. [19]

Помоћу осцилатора високог напона остварио је осветљење са специјалним лампама и евакуисаним цевима без електрода, које се показало 20 пута економичније од Едисоновог.

7. Теслина сијалица

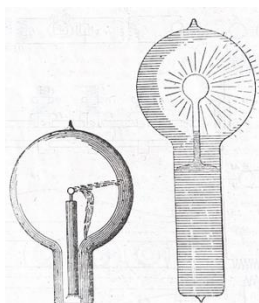
На слици 23 видимо Теслину сијалицу, из које је евакуисан ваздух те проиводи млаз светлости у облику четкастог пражњења. Тај млаз се образује чим се сијалија споји са једним полом Теслиног трансформатора високог напона. Када он добије облик као на приложеној слици, постаје врло осетљив на све електричне и магнетне утицаје.

Ако бисмо обесили сијалицу да виси о једног жици и ако удаљимо све предмете од ње, млаз ће скренути на другу страну чим се посматрач приближи сијалици и окретаће се истом брзином на супротну страну којом се и посматрач око сијалице креће. Мали магнет са одстојањем полова од 2cm делује осетно на млаз и на раздаљини од 2m и успорава или убрзава његову ротацију према положају у коме се налази у погледу млаза.

Тесла је сматрао да такав млаз може да служи као средство за испитивање природе сила које делују у електричном и магнетном пољу. Он представља неку врсту светлосног зрака без трења и инерције. Веровао је да се може искористити у телеграфији.

Млаз представља заправо млаз електрона, на које делује магнетно и електрично поље. Они нам служе у електричним лампама за разне сврхе, јер су изванредно осетљиви и на најслабије електричне утицаје. Да би их произвели користи се усијана катода и врло висок вакуум, а исти је случај и код Теслине сијалице. Код ње мала куглица у сијалици услед дејства високофреквентне струје високог напона избацује лако млаз електрона због тога што је сијалица у великој мери евакуисана. Такве евакуисане цеви Тесла је користио и за произвођење високофреквентних осцилација са великим успехом.

Радећи са јако евакуисаним цевима код којих се у средишту налази електрода у облику куглице од материјала који може да издржи врло јако усијање, Никола Тесла је дошао до открића да се атоми и молекули одвајају од електроде и великом енергијом бомбардују стакло сијалице. То се одиграва на разним местима електроде, али се то оком не може опазити, јер она изгледа нашем оку подједнако светла.

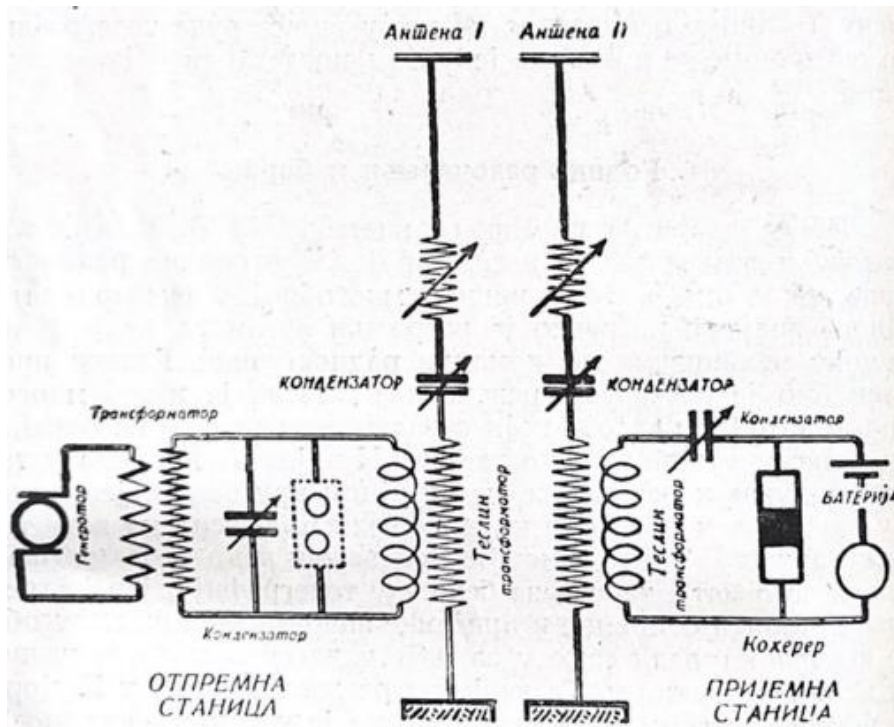


Слика 23: Теслина сијалица

8. Експерименти на пољу радиотехнике

На слици 24 видимо Теслин основни план радиотехнике који обухвата: антене како на пријемној, тако на отпремној станици, Теслин трансформатор и уземљење. Овај основни план му је послужио код свих експеримената.

Са слике видимо и то да на отпремној и пријемној станици имамо Теслин трансформатор без гвозденог језгра, везу секундарних навоја са антеном и земљом на отпремној станици, као и везу примарних навоја са антеном и земљом на пријемној станици. Примарна и секундарна струјна кола су снабдевена кондензаторима променљивог капацитета и навоја променљиве индуктивности. Кондензатори су изведени у облику покретних кондензатора у уљу које представља диелектрик. Било је потребно дотеривати кондензаторе, како би могла да се одржи одређена фреквенција, како би се одржао стални и непроменљив капацитет или пак мењати индуктивност калемова. Употребом прокуваног уља достигнута је одлична изолација. Помоћу таквих кондензатора омогућена је савршена резонанција између струјних кругова отпремне и пријемне радиостанице, а то је заправо био један од најбитнијих услова да би се сигнали пренели помоћу осцилатора на чак и најудаљенија места на Земљи.



Слика 24: Основни план радиотехнике

9. Теслин трансформатор

Теслин трансформатор, настао је 1891. године, представља један од најефикаснијих уређаја за добијање високих напона (од неколико милиона волти), високе фреквенције (10 до 300 kHz). Овај уређај је најлепши симбол Николиног рада, а можда и целе електротехнике. Варнице Теслиног трансформатора могу бити дуге и до неколико метара. Овим открићем човек је начинио корак више ка упознавању природе. Уређај је током година израђиван у разним димензијама.

Његова примена је изузетно разноврсна, тако да и дан данас окупира пажњу многих научника, студената и професора.

Најпознатији Теслин трансформатор (напон од 550 kV) се налази у музеју Николе Тесле, у Београду. Направљен је као експонат који осликава време у ком је настао.

Сличан модел, који је много детаљније и педантније конструисан, налази се у хидроелектрани Ђердап II.

Електротехнички факултет у Београду поседује два већа трансформатора, а мањи примерци се могу пронаћи у Средњој електротехничкој школи у Краљеву и Бору (Србија).

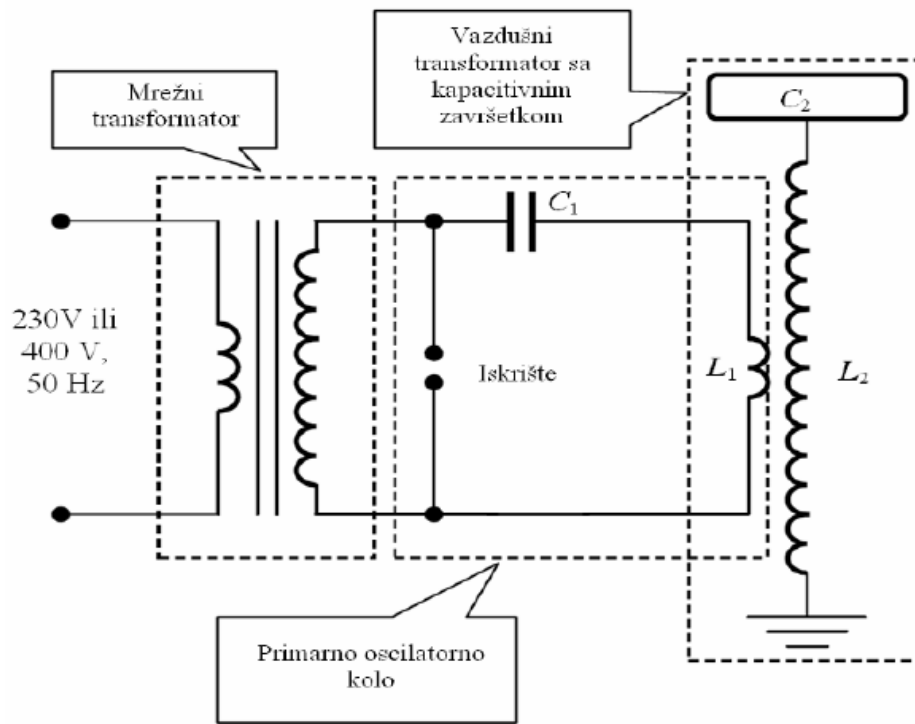
Најснажнији Теслин трансформатор у Србији направљен је за потребе музеја у Београду. Његова максимална снага износи 24 kW, а развија напон од око 3 - 4 MV, те његове варнице досежу дужину и до 8 метара. Овај уређај се напаја из полупроводничког претварача и поседује могућност амплитудне модулације излазног напона, тако да се може поредити са најбољим светским примерцима овог уређаја.

У свету су направљени бројни Теслини трансформатори и калемови великих снага.



Слика 25: Теслин трансформатор у Музеју Николе Тесле у Београду

9.1 Основни елементи Теслиног трансформатора



Слика 26: Основни елементи Теслиног трансформатора

1. Мрежни трансформатор

Овај елемент треба да обезбеди напајање примарног резонантног кола Теслиног трансформатора, а преко њега и секундарног. Основне карактеристике овог трансформатора су: снага, секундарни напон и напон кратког споја.

Снага мрежног трансформатора зависи од жељеног излазног напона Теслиног трансформатора. Трансформатор ради у импулсном режиму, а након сваког импулса следи дуга пауза. Средња снага је знатно мања од максималне тренутне снаге.

Дужина варнице зависи од облика електрода.

Секундарни напон мрежног трансформатора износи неколико kV до преко 10 kV. Индуктивност примара Теслиног трансформатора је веома мала, тако да за мрежну фреквенцију представља практично кратак спој. Оптерећење секундарног кола остаје само примарни кондензатор (C_1). Секундарни напон мрежног трансформатора треба одабрати тако да му C_1 прави пуно оптерећење.

За кратко време варничар кратко спаја секундар, те је потребно трансформатор предимензионисати. Трајање *кратког споја* је реда једне милисекунде током сваке полупериоде. За то време струја кратког споја достиже само део своје пуне вредности. Што је достигнута струја већа, трајање варнице је дуже и интензитет варницења је све већи.

При довољно великој струји може да дође до перманентног варницења, као и трајног кратког споја. Јачина струје се може смањити пригушницом везаном редно у секундарно коло мрежног трансформатора. Ако се пригушница не додаје, онда вредност *напона кратког споја* треба да буде што већа (преко 20%).

2. Примар

Примар Теслиног трансформатора састоји се од електричне завојнице направљене од жице са релативно малим бројем намотаја, високонапонског електричног кондензатора и варничника.

У општем случају за калем са N намотаја, полупречника D , индуктивност се рачуна према формули:

$$L = \mu N^2 \frac{S}{l}$$

μ – магнетна пермеабилност језгра калема

S – ефективни попречни пресек пута проласка флукса

l – ефективна дужина линија магнетног флукса

У зависности од облика калема (хеликоидални, спирални, косинусни) потребно је кориговати горе наведену формулу за израчунавање индуктивности.

Примарни кондензатор (C1) је везан у секундарно коло мрежног трансформатора редно са примарним намотајем Теслиног трансформатора. Капацитивност C_1 треба да буде таква да обезбеди фреквенцију примарног кола приближно једнаку фреквенцији секундарног кола ($f_1 \approx f_2$).

Капацитивност можемо израчунати према формули:

$$C_1 = \frac{1}{(2\pi f)^2 L_1}$$

Типичне вредности C_1 износе максимално до неколико стотина нанофарада. То су заправо мале капацитивности, али напони на њима могу бити и до неколико десетина kV.

Преко капацитивности примарног кондензатора и индуктивности примара Теслиног трансформатора подешава се фреквенција примарног кола.

3. Варничар

Постоје две врсте варничара: обртни и статички. Њихова улога јесте да затварају примарно резонантно коло Теслиног трансформатора, како би се у њему појавиле осцилације.

Обртни варничар се састоји од неколико покретних и непокретних контаката. Загревање непокретних контаката је изузетно велико и потребно им је обезбедити хлађење. Помоћу електромотора се покрећу покретни контакти, а одабир брзине се врши тако да се добију најбоље варнице. Трајање варнице треба да буде две до три временске константе примарног резонантног кола, дуже трајање није препоручљиво.

Најбољи тренутак за затварање примарног кола је када је напон на кондензатору највећи.

Статички варничар нема покретних делова. Погодан је када се кондензатор пуни из струјног извора (на пример транисторски DC/DC претварач). Углавном се примењују код мањих модела Теслиног трансформатора.

Често се умерно варничара примењују савремене полупроводничке компоненте (на пример тиристори транзистори, MOSFET...). На тај начин је настао нови концепт напајања Теслиног трансформатора – „*solid state*“. Уколико се варничар замени полупроводничким прекидачем, постиже се прецизнија контрола рада самог трансформатора.

4. Секундар

Секундарни калем се састоји од изолационог калемског тела и великог броја навојака танке жице. Он је најсложенији и најосетљивији елемент читавог трансформатора. Поставља се вертикално, тако да је његова висина неколико пута већа од пречника. Доњи извод намота је уземљен, а горњи се завршава капацитивним електродом на којој се добија висок напон – излазни напон Теслиног трансформатора. Очекује се да ће секундарни калем да развије што већи напон.

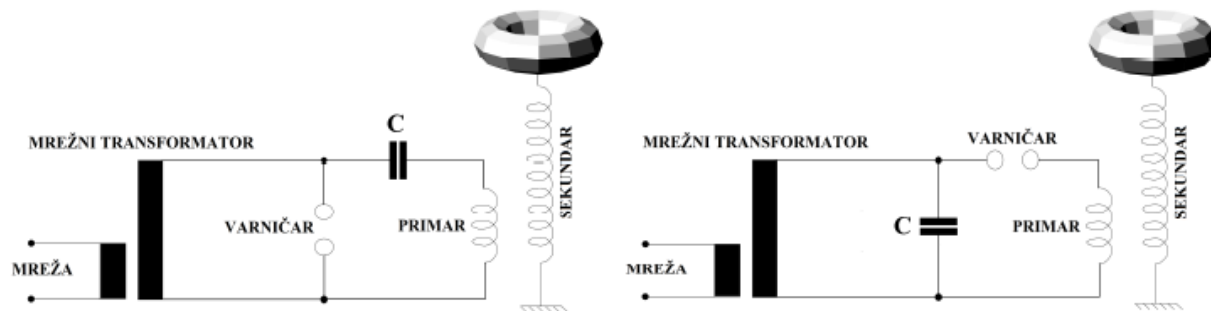
За калемско тело се користи квалитетан изолациони материјал, тако да то најчешће бивају PVC одводне канализационе цеви. Разлог је то што су јефтине и што постоји велики избор димензија.

Најважније електричне карактеристике секундарног калема су: индуктивност, капацитивност и активна отпорност. Ове величине одређују његову резонантну фреквенцију.

9.2 Принцип рада

Теслин трансформатор се састоји од два магнетно спрегнута калема који имају приближно једнаке резонантне фреквенције. Када се кроз примар пропушта струја у секундару се индукује напон. Оба кола су осцилаторна и у њима се врши размена енергије између њихових капацитивности и индуктивности.

Примарни намотај се састоји од малог броја навојака проводника великог попречног пресека. У колу овог калема су смештени примарни кондензатор и варничар. Приликом осциловања у овом колу протиче веома јака струја, а коло је нормално отворено. Примарни кондензатор се пуни из мрежног трансформатора одговарајућим напоном.



Слика 27: Основне шеме Теслиног трансформатора

До прескока на контактима варничара долази када је напон на кондензатору довољно велики. У том тренутку се примарно резонантно коло затвара преко варничара и започињу осцилације.

Енергија у примарном кондензатору непосредно пре појаве варнице је:

$$W_{C1} = \frac{1}{2} C_1 U_{C1}^2$$

Енергија из кондензатора предаје се калему примара и ово коло почиње да осцилује. Струја калема се повећава, док се напон кондензатора смањује. Када се кондензатор потпуно испразни, тада је струја калема максимална. Сада се почетна енергија из кондензатора налази у калему.

$$W_{C1} = W_{L1} = \frac{1}{2} L_1 I_{L1}^2$$

Тада је струја примара максимална и износи:

$$I_{L1} = \sqrt{\frac{2W_{C1}}{L_1}} = U_{C1} \sqrt{\frac{C_1}{L_1}}$$

Ова струја је реда величине кА.

Ако разматрамо коло без губитка, тада би осцилације биле непригушене што значи да би сви напони и струе имали константну амплитуду, такође би и енергија у колу била константна.

Након тога, калем враћа енергију кондензатору и процес се даље наставља осцилаторно.

Током осцилација део енергије из кола примара се предаје секундару, због постојања магнетне спреге између примара и секундара. Због тога се амплитуде осцилација (напон и струја) примара смањују, а почињу да расту осцилације у секундару. Посебно добро преношење енергије са примара на секундар је ако су њихове фреквенције међусобно једнаке.

Осцилације у секундару крећу са појавом варнице на варничару. Примарно коло се таа затвара и у примару почињу јаке осцилације. Временом се смањују напон и струја примарног осцилаторног кола, а повећавају се у секундарном колу. Када се сва енергија примарног кола преда секундарном, примарна струја пада на нулу и варница на варничнику се гаси за тренутак. Затим, креће враћање енергије из секундара у примар. Сада су услови за паљење доста тежи, јер напон на варничару постепено расте, а ваздух се охладио између контаката. Ако се ваздух довољно дејонизовао неће доћи до поновног паљења варнице.

Ако се варница на варничару угасила долази до кидања магнетне спреге, тада осцилације остају у секундару Теслиног трансформатора. Током тих осцилација енергија се пребацује из индуктивности у капацитивност секундара, као и обрнуто. Када се сва енергија секундарног кола налази у капацитивности секундара, напон је тада максималан.

Ако претпоставимо да нема губитка енергије, у секундарном колу мора бити енергија једнака почетној енергији којом је напуњен примарни кондензатор.

$$W_{C1} = W_{C2} \rightarrow \frac{1}{2} C_1 U_{C1}^2 = \frac{1}{2} C_2 U_{C2,MAX}^2$$

$$U_{C2,MAX} = \sqrt{\frac{C1}{C2}} U_{C1}$$

Током осцилација секундарног кола, у тренутку када напон кондензатора падне на нулу сва енергија је прешла у индуктивност секундара.

$$W_{C2} = W_{L2} = \frac{1}{2} L_2 I_{L2,max}^2$$

Тада је струја секундара максимална и износи:

$$I_{L2,max} = \sqrt{\frac{2W_{C2}}{L_2}}$$

Ако нема губитка сва енергија из примара је прешла у секундар:

$$W_{C1} = W_{L1} = W_{C2} = W_{L2}$$

Напон на капацитивности секундара Теслиног трансформатора је:

$$U_{C2,MAX} = U_{C1,MAX} \sqrt{\frac{L2}{L1}} = U_{TT,MAX}$$

Коло секундара се састоји од секундарног калема веома велике индуктивности и електроде мале капацитивности на врху. Његову резонантну фреквенцију одређује индуктивност калема и еквивалентна капацитивност.

Да би се добио што виши напон на секундару потребно је да је његова индуктивност што већа и капацитивност што мања у односу на примарно коло. У пракси њихови односи могу бити више хиљада, што даје повећање напона више и до сто пута.

У реалним условима постоје губици енергије и амплитуда осциловања се смањује.

10. Великани о Николи Тесли

Након својих изванредних открића Никола је постао најпознатији човек не само у Америци, него и у целом свету. О њему се много писало, тако да у даљем тексту су цитирани одређени људи који су говорили о Тесли.

Теслин допринос унапређењу савремене културе и цивилизације је од примарног значаја, а то се посебно испољило у време када су његови проналасци мењали тадашње услове живота, од индустрије и економије до сваког домаћинства и јавне расвете у кућама и по улицама у свим градовима и селима.

Он је увек избегавао јавни публицитет и желео је да свој истраживачки рад води далеко од средстава јавног информисања како би на миру, у својој лабораторији, стварао велике проналаске. Али, након добијања Едисонове медаље дошао је у жижу интересовања, тако да су се многи новинари и публицисти детаљније позабавили њиме. У појединим текстовима је било и преувеличавања, али је све то било добронамерно како би се шира јавност лакше и једноставније упознала са ликом и делом једног великог Србина.

10.1 Хуго Гернсбек – Никола Тесла као личност



Слика 28: Хуго Гернсбек

„Врата се отварају и појављује се висок човек, преко 182 центриметра, мршав, али усправан. Прилази полако, достојанствено... Никола Тесла прилази и рукује се изненађујући чврстим стиском за човека који је пребацио шездесету. Победнички осмех под продорно светлоплавим очима, смештеним у изузетно дубоке дупље, опчини вас и учини да се осећате као код куће.

Одводе вас у беспрекорно уредну канцеларију. Ни зрнце прашине се не може видети, нема сувишних папира на столу и све је једноставно. То одржава самог Теслу, беспрекорно одевеног, тачног и прецизног у сваком свом покрету. Обучен је у тамни дуги сако, без икаквог накита....

Тесла говори. То је веома висок глас, скоро фалсет. Говори брзо и врло убедљиво. Генерално је тон његовог гласа оно што вас највише фасцинира...

За почетак, Тесла, рођењем Србин, потиче из дуговечне, издржљиве лозе...

Ипак, главно објашњење његове трајне младости је у његовој штедљивости у јелу. Тесла је схватио фундаменталну истину, да већина људи, осим што путем уношења хране добија већину болести, заправо једу сами себе до смрти, било преждеравањем, било храном која им не одговара. Када је Тесла схватио да дуван и кафа ометају његове умне способности и добробит, престао је са оба.

Његов једини порок је његова великодушност. Човек кога су необразовани посматрачи називали беспосленим сањаром зарадио је преко милион долара својим проналасцима и потрошио их на нове. Тесла је идеалист највишег реда и таквом човеку новац сам по себи јако мало значи.

Пре неколико година један познати новинар упитао ме је ко је, по мом мишљењу, тренутно највећи светски изумитељ? Одговорио сам: 'Ако мислите ко је заиста изумео, другим речима створио и открио - а не само побољшао оно што су други пре њега изумели, онда је, без сваке сумње, Никола Тесла највећи светски изумитељ, не само данашњице, већ свих времена.'

Мој пријатељ је био веома изненађен и гласно је изразио своје чуђење. 'Сигурно мислите да је Тесла надмашио великане као што су Архимед, Фарадеј или Едисон?'

'Управо сам то желео да кажем и за мање од 25 година цео свет ће се слагати са мном.' “
[3]

10.2 Р. А. Џонсон

„ Међу малобројним људима за које сматрам да поседују генијалност јесте мој пријатељ Никола Тесла, велики научник и изумитељ. Његови славни изуми нису такви да би могао

стећи популарност какву имају Бел или Едисон, и чини ми се да је мали број читалаца ових редова свестан да је Никола открио принципе ротирајућег магнетног поља који су основа за пренос водене снаге и претварање те водене снаге у струју – што се најпре користило, верујем, на Нијагариним водопадима, а сада се користи у целом свету. Да није учинио ништа друго, ово би му дало славу највишег реда. Поред тога, његова достигнућа на пољу високонапонских и високофреквентних струја, па и производњу електричне струје, његови савременици препознају као темељ за многе практичне примене. Теслин трансформатор, Теслин осцилатор и многи други важни изуми учинили су његову славу недостижном...

Уверен сам, када би неко прочитао било који део из 'Фауста' Тесла би без проблема могао напамет да настави. Што се тиче српске књижевности, слушао сам га како рецитује дуге одломке свог националног епа, за који је сматрао да је бољи од 'Илијаде'. Заслужан сам за превођење поезије Јована Јовановића Змаја, за шта је Тесла направио нацрте. “ [3]

10.3 Е. К. Армстронг – добитник Нобелове награде

„Проналасци Николе Тесле на пољу полифазних струја и његов индуктивни мотор били би довољни да му овековече славу. О његовом каснијем делу на пољу струја високе фреквенције и високог напона, осећам се позван да кажем своје мишљење, јер је оно извршило и највећи утицај на мој развитак и на моје опредељење у животу.

Ко може данас да чита књигу 'Проналасци, истраживања и списи Николе Тесле', објављену краје прошлог века, а да не буде фасциниран и задивљен лепотом описаних експеримената и задивљен ванредном Теслином способношћу да уђе у природу појава које је истраживао? Али можемо претпоставити од колике је инспирације била књига пр четрдесет година за младића који се решавао да проучава електричне појаве. Утицај те књиге исто тако је и толико велики колико и пресудан за даљи рад...

Верујем да ће свет дуго времена чекати док се не појави геније који би могао бити такмац Николи Тесли у погледу његових великих остварених дела и њихове имагинације.“ [3]

10.4 Сава Косановић

У свом раду „Код Тесле“ издатом 1927. Године Сава Косановић о Тесли говори и следеће:

„Једна је црта истакнута у Теслином животу. Независност, потпуна независност, од свега и свакога, па и од себе самога. Сузбио је све страсти, да му дух буде сасвим независан. Та

независност омогућила му је потпуни замах рада у сваком правцу. И ни за шта није хтео да се жртвује. Још деведесетих година прошлог века Вестингхаус, власник једног од највећих светских индустријских предузећа, које је подигнуто помоћу Теслиних изума, понудио му је 40 000 долара годишње – само да ради искључиво за њега. Тесла је, наравно, одбио.

-Чим бих зависио од некога, престале би идеје да се рађају, овако – падају као Нијагара – говорио је у шали. – Да сам другачије поступао не бих постигао оволико резултата и дошао до ових успеха. Другачије бих живео, па Бог зна да ли бих и био жив.

И ни трага какве горчине у тим речима. А могао је бити богатији од Форда, да његова душа није била исто тако велика као и његов ум.

Овако је његова величина потпуна...“



Слика 29: Краљ Петар II у посети Николи Тесли, апартамент хотела Њујоркер, јун 1942. (с Теслине десне стране његов нећак Сава Косановић, министар)

11. Анегдоте

О Николи Тесли постоји низ занимљивих анегдота, које су мање или више познате. У даљем тексту је издвојено неколико, јер је то добар начин како бисмо ђацима могли да представимо неког научника, а да они то сигурно упамте.

11.1 Нијагарини водопади

Када сам имао девет година саградио сам на потоку на имању мога оца једну малу турбину, за коју сам везао неколико машина за рад. Тада сам стрицу рекао: „Отићи ћу једног дана у Америку и саградићу један огроман точак ове врсте на водопаду Нијагаре“. Ја сам, наиме, читао о Нијагари, при чему се моја фантазија развила. Мој ме је стриц исмејао: „Мој синко, нећеш ти никада доћи до тога да видиш Нијагару“. Али ја сам био у праву. Дошао сам у Америку и саградио онакав точак на водопадима Нијагаре. [3]



Слика 30: Споменик Николе Тесли поред Нијагариних водопада

11.2 Кад професор не разуме свог ђака

Већ у целом свету славан и признат научник, Никола Тесла је, чини ми се 1891. Године дошао у Карловац да види своје старе пријатеље и познанике. Он је све своје негдање професоре позвао на вечеру у хотел и с њима вече провео у пријатељском развогору. Професори су наваљивали на њега да им прича о својим проналасцима и успесима. Сви су са највећим нестрпљењем пратили Теслино излагање. Неколико дана доцније, неко је

упитао старог професора физике, који је тај предмет у своје време предавао и Николи Тесли, о чему је то Никола Тесла на банкету говорио. Стари професор је искрено одговорио: „Верујте, ништа га нисам разумео!“ [3]

11.3 Тесла као професор

Славни физичар Никола Тесла био је замољен да на једном универзитету одржи низ предавања из разних грана физике. У почетку једног часа баш је хтео да настави предавање о хигрометру, када спази неког већ старијег студента како живо разговара са својом колегиницом. Тесли то не би право и упита га:

- Кажите ми господине, како се зове апарат који прикупљан влагу извучену из атмосфере?
- Олук, господине професоре.

Тесла се намршти. Очигледно, овај младић није био пажљив ни на прошлом часу када је почео да предаје о хигрометру. Са подсмехом Тесла рече:

- Ваше стручно знање је за дивљење! Послушајте мој савет и будите лимар. [3]

11.4 Теслин земљотрес

Теслино експериментисање са вибрацијама могло је имати далеко озбиљније последице од оних које је искусио Марк Твен у Теслиној лабораторији. Једном приликом је, како описује О'Нил, полиција била изненађена потресима од чије силе се тресла цела зграда, а малтер опадао са таванице. Помислили су да је земљотрес, а онда је један чиновник узвикнуо: „Није то земљотрес! То је онај проклети Тесла! Трчите одмах код њега и зауставите га!“. Заиста није било грешке, чим су полицајци стигли у Теслину лабораторију вибрације су престале. Баш у том моменту затекли су научника како тешким чекићем разбија малу гвоздену справу. Међутим и сам Тесла је био изненађен присуством полиције, будући да у том часу ни сам није знао колико силно подрхтавање земље је произвео његов уређај.

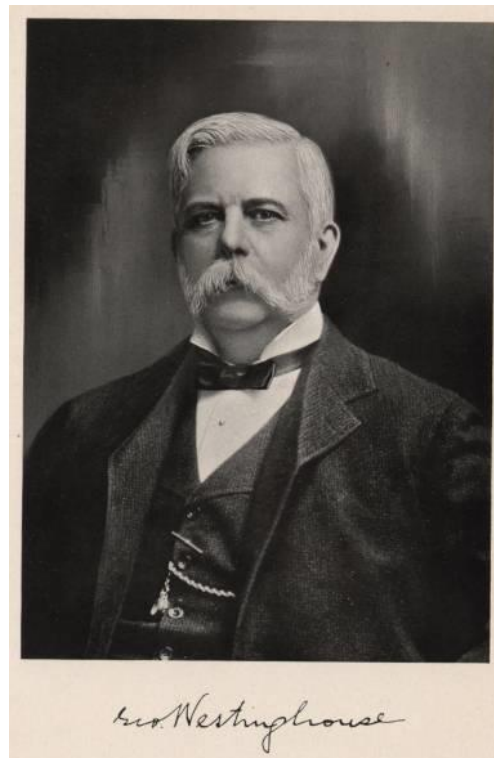
11.5 Не треба ми новац

Џорџ Вестингхаус био је богати проналазач који је изашао у сусрет Николи Теслу, у виду финансијске помоћи, када је то било потребно. Међутим, када је његова фирма требала да се повеже са неком другом јавила се препрека, јер је Џорџ требао да исплати Николи Тесли тантијеме (велику своту новца).

С обзиром да није имао избора, Џорџ је отишао код Николе Тесле у лабораторију и рекао му каква је ситуација и да није у могућности да га исплати, али да га чекају даљи истраживачки подухвати и да све зависи од Теслиног одговора.

Никола га је пажњиво слушао, те му рекао: „Били сте мој пријатељ, веровали сте у мене онда када то други нису; били сте довољно храбри да предњачите и да ми исплатите милион долара кад је другима недостајала храброст; ви сте ме подржали и онда када ни ваши инжењери нису били кадри да сагледају пред собом крупне ствари које смо видели ви и ја; понели сте се према мени пријатељски. Корист коју ће цивилизација имати од мог вишефазног система значи за мене више него новац који је сад у питању г. Вестингхаусе, ви ћете спасити своје друштво да бисте могли да ширите моје проналаске. Ево вашег уговора, ево мог уговора, оба ћу поцепати и ви никада више нећете имати бриге око моје тантијеме. Је ли то довољно? “

Можда никада у историји није забележена оваква жртва, као ова, када се Никола Тесла одрекао 12 000 000 долара. Овим гестом видимо колика је била великодушност нашег генија, како би његови изуми били доступни читавом свету.



Слика 31: Џорџ Вестингхау

12. Закључак

У мом раду је представљен само мали део стваралачког живота славном и далеко чувеног Николе Тесле. Иза њега је остало богато научно наслеђе, а ја сам се осврнула на најзначајније изуме као што је Теслин трансформатор, Х – зрачење, наизменична струја и др.. Трудила сам се да истакнем важност Теслиних открића и изума, који су променили начин на који живимо и радимо.

Никола Тесла и остали српски физичари су мени током студија били мотивација и инспирација. Увек се радујем прича о његовој генијалности и научним достигнућима и трудим се да ширим свест о његовом наслеђу и нашем дугу према њему.

Као будући професор физике, имам намеру да својим ученицима пренесем богатство знања о Николи Тесли. Желим да им покажем колико је важан Теслин допринос и на који начин је он променио свет. Исто тако, желим да истакнем и друге српске физичаре као што су Михајло Пупин и Милутин Миланковић, и да их упознам са њиховим револуционарним идејама и достигнућима у науци. Сматрам да је важно да деца буду свесна нашег научног наслеђа и да буду инспирисана да наставе Теслину и српску традицију у физици.

Покушаћу да употребим различите методе и примере који ће децу заинтересовати и мотивисати да сазнају више о Тесли и нашим научницима. У једанаестом поглављу рада сам навела неке од анегдота везаних за живот Николе Тесле, јер сматрам да би такве приче ђаци најлакше замаптили, као и добили жељу да сазнају још фасцинантних чињеница о самом научнику.

Предложила бих ђацима да прочитају одломке из аутобиографије Николе Тесле, па бисмо о деловима који су на њих оставили највећи утисак могли да дискутујемо на часу. Трудила бих се да сваке школске године, у сарадњи са колегама, организујем посету Музеју Николе Тесле у Београду.

Задала бих ђацима домаћи задатак да истраже како би данас изгледао наш живот да није било Николе Тесле, а своје истраживања би могли да представе кроз мали пројекат (PowerPoint презентација) који бисмо могли да прикажемо целој школи.

Укључила бих се са колегама у организацију школског сајма науке, где бих са најзаинтересованијим ђацима демонстрирала једноставне експерименте из физике, ради њене популаризације. Кроз овакве активности било би могуће привући пажњу ученика и упознати их са основним концептима из физике на забаван и интерактиван начин, као и да развију интересовање за научна истраживања.

Мој циљ је да својим будућим ученицима пренесем љубав према физици и научним достигнућима наших српских генија.

13. Литература

- [1] Никола Тесла, *Моји изуми: аутобиографски списи*, Граматик, Подгорица, 2001
- [2] Ђорђе М. Станојевић, *Никола Тесла и његова открића*, Институт за стручно усавршавање и специјализацију здравствених радника, Београд, 1976
- [3] Војислав Гледић, *Никола Тесла: живот и дело*, ЦИП, Подгорица, 2005
- [4] Никола Тесла, *Мојој браћи у Америци*, Њујорк, 1942
- [5] Edward Ringwood Hewitt, *Thsose Were the days; Tales of a Long Life*, New York:Duell, Sloan and Pearce, 1943
- [6] Никола Тесла, *Чланци*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2006
- [7] Нинковић Ташић Александра, Дурутовић Милорад, *Ја Никола Тесла*, Агапе књига, Београд, 2020
- [8] Снежана Шарбох, *Патентни Николе Тесле: ка коначној листи*, Музеј Николе Тесле, Београд, 2006
- [9] Никола Тесла, *Патенти I*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1996
- [10] Никола Тесла, *Патенти II*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1996
- [11] Александар Дамјановић, *Теслино дело у електротехници*, Народна књига, Београд, 1952
- [12] Никола Тесла, *Дневник истраживања из Колорадо Спрингса 1899-1900*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд 2006
- [13] Александра Нинковић Ташић, Бранислав Станковић, *Хрватима с љубављу*, Васкресење, Београд, 2021
- [14] Александра Нинковић Ташић, *Звездобројци:Пупин,Тесла,Миланковић*, Агапе књига, Београд, 2018
- [16] Марк Џ. Сајфер, *Чаробњак – Живот и време Николе Тесле*, STYLOS, Нови Сад, 2012
- [17] Коста Димитријевић, *Никола Тесла, српски геније*, Прометеј, 2006
- [18] <https://teslacollection.com/> (19.7.2023.)
- [19] Славко Бошкан, *Никола Тесла и његово дело*, Друштво „Никола Тесла“ за унапређење науке и технике, Београд, 1946

14. Биографија



Душица Крунић је рођена 19. јула 1999. године у Новом Саду. По завршетку основне школе уписује Гимназију „Лаза Костић“, где је и спознала своју љубав према физици. По завршетку гимназије уписује Природно – математички факултет, Универзитета у Новом Саду, смер – мастер професор физике. Тренутно је запослена као професор физике у Е-гимназији. Своје слободно време проводи јахајући коње на имању свог брата у вољеном селу Крушедолу.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број:

РБР

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације:

ТД

Монографска документација

Тип записа:

ТЗ

Текстуални штампани материјал

Врста рада:

ВР

Мастер рад

Аутор:

АУ

Душица Крунић

Ментор:

МН

др Соња Скубан

Наслов рада:

НР

Стваралаштво Николе Тесле – могућност обраде у настави физике

Језик публикације:

ЈП

српски (ћирилица)

Језик извода:

ЈИ

српски/енглески

Земља публикавања:

ЗП

Србија

Уже географско подручје:

УГП

Војводина

Година:

ГО

2023

<i>Издавач:</i> ИЗ	Ауторски репринт
<i>Место и адреса:</i> 4, Нови Сад МА	Природно-математички факултет, Трг Доситеја Обрадовића
<i>Физички опис рада:</i> ФО	13/ 81 / 41/ 1/ 31/ 0/ 0
<i>Научна област:</i> НО	Физика
<i>Научна дисциплина:</i> НД	Методика наставе физике
<i>Предметна одредница/ кључне речи:</i> ПО УДК	Никола Тесла, биографија, патенти, допринос, настава
<i>Чува се:</i> ЧУ	Библиотека департмана за физику, ПМФ-а у Новом Саду
<i>Важна напомена:</i> ВН	Нема
<i>Извод:</i> ИЗ	
<i>Датум прихватања теме од НН већа:</i> ДП	04. 9. 2023.
<i>Датум одбране:</i> ДО	25. 9. 2023.
<i>Чланови комисије:</i> КО	Председник: др Стеван Армаковић члан: др Ивана Богдановић члан: др Соња Скубан

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:
ANO

Identification number:
INO

Document type:
DT Monograph publication

Type of record:
TR Textual printed material

Content code:
CC Final paper

Author:
AU Dusica Kronic

Mentor/comentor:
MN dr Sonja Skuban

Title:
TI The work of Nikola Tesla - possible application in physics teaching

Language of text:
LT Serbian (Latin)

Language of abstract:
LA English

Country of publication:
CP Serbia

Locality of publication:
LP Vojvodina

Publication year:
PY 2023

Publisher:
PU Author's reprint

Publication place:
PP Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

Physical description:
PD 13/ 81/ 41/ 1/ 31/ 0/ 0

Scientific field: Physics
SF

Scientific discipline: Methodology of physics teaching
SD

Subject/ Key words: Nikola Tesla, biography, patents, contribution, teaching
SKW
UC

Holding data: Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4
HD

Note: none
N

Abstract:
AB

Accepted by the Scientific Board: 04. 9. 2023.
ASB

Defended on: 25. 9. 2023.
DE

Thesis defend board:
DB

President: dr Stevan Armakovic
Member: dr Ivana Bogdanovic
Member: dr Sonja Skuban

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Име и презиме: Душица Крунић

Број индекса: 316/18

Изјављујем

Да мастер рад под насловом

Стваралаштво Николе Тесле – могућност обраде у настави физике

- У целини ни у деловима није био предложен за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- Да су резултати рада коректно наведени,
- Да нисам кршио ауторска права и користио интелектуалну својину других лица,
- Да је мастер рад рађен на студијском програму Интегрисане академске студије - мастер професор физике Природно-математичког факултета у Новом Саду под менторством професора др Соње Скубан и да без сагласности ментора, резултати неће бити публиковани.

У Новом Саду, 28. 8. 2023.

Потпис:
