Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani
Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo
Izbirni predmet - 10142

Svetlobna tehnika

Svetlobni viri

predavatelj
prof. dr. Grega Bizjak, u.d.i.e.

Viri svetlobe

Uporaba našega čutila za vid in s tem naš kontakt z okolico sta neločljivo povezana s svetlobo.

Sonce kot vir svetlobe, ki nas spremlja vse od naših začetkov ima eno veliko pomanjkljivost: ponoči ne sveti.

Da bi podaljšal dan in s tem imel več možnosti za delo, zabavo, razvoj …, je človek že zelo zgodaj začel uporabljati umetne vire svetlobe.

Danes je razsvetljava z umetnimi viri svetlobe nepogrešljivi del našega življenja

Delitev svetlobnih virov

Svetlobne vire lahko delimo po različnih kriterijih:

Primarni

viri so viri, ki sami oddajajo svetlobo oziroma v svetlobo pretvarjajo druge oblike energije.

Sekundarni

viri sami ne oddajajo svetlobe, pač pa presevajo, odsevajo ali kako drugače spreminjajo svetlobo primarnih virov.

Sonce se primarni vir, mesec (luna) pa sekundarni.

Delitev svetlobnih virov

Svetlobne vire lahko delimo po različnih kriterijih:

Temperaturni

viri ali temperaturna sevala so viri, ki sevajo zaradi svoje (razmeroma) visoke temperature. Vsako segreto telo oddaja energijo in če je dovolj segreto, je del te oddane energije v vidnem delu spektra.

Luminiscenčni

viri pa so tisti viri, ki oddajajo več svetlobe, kot bi jo zaradi svoje temperature. Poznamo različne vrste luminiscence: bioluminiscenca, kemoluminiscenca, fluorescenca, fosforescenca, triboluminiscenca, elektroluminiscenca.

Delitev svetlobnih virov

Svetlobne vire lahko delimo po različnih kriterijih:

Naravni

viri so viri, ki so v naravi ves čas ali občasno prisotni tudi brez posredovanja ljudi.

Umetni

viri pa so viri, ki smo jih zaradi določenih prednosti vpeljali ljudje.

Najbolj znan naravni vir je sonce, najbolj znan umetni vir pa ...

Naravni svetlobni viri

Sonce je glavni primarni naravni vir svetlobe.

Naravni svetlobni viri

Naravni svetlobni vir je tudi mesec.

Vendar pa je mesec sekundarni svetlobni vir, ker ne oddaja svoje svetlobe pač pa odbija svetlobo sonca.

Naravni svetlobni viri

Sekundarni naravni svetlobni vir je tudi nebo oziroma oblaki.

Atmosfera okoli Zemlje ter oblaki svetlobo delno presevajo delno odsevajo, poleg tega pa jo še razpršijo.

Naravni svetlobni viri

Naravni svetlobni viri v prostorih pa so okna in svetlobniki.

Tudi ti naravno svetlobo sonca presevajo (in delno razpršujejo) v prostor.

Dnevna svetloba - lastnosti

Dnevni ritem: zjutraj šibka svetloba, ki nato narašča do poldneva, nato pa ponovno pada proti večeru.

Svetloba prihaja od zgoraj in od strani.

Položaj svetlobnega vira se s časom spreminja, saj sonce "potuje" od vzhoda proti zahodu.

Zelo hitre spremembe osvetljenosti zaradi vremena (oblaki).

Dnevna svetloba

Dnevna svetloba ima svoje prednosti (večje osvetljenosti, ustrezna svetlost prostorov, dnevni ritem, ugodni tehnični parametri, varčevanje z energijo, ...)

pa tudi slabosti (hitro spreminjanje, močne sence, omejeno trajanje, potrebe po ogrevanju in klimatizaciji, bleščanje, ...)

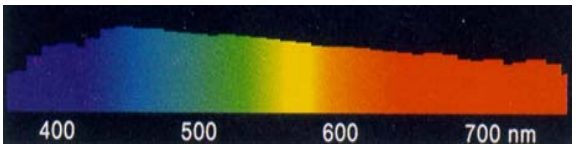
vendar je dnevna svetloba tisto, na kar smo se navadili med evolucijo, zato je zaželeno, da tudi umetna svetloba posnema dnevno svetlobo.

Dnevna svetloba - parametri

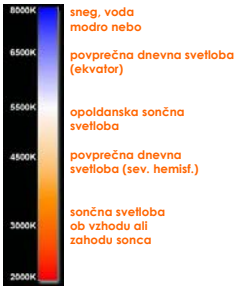
Dnevno svetlobo lahko opišemo z določenimi tehničnimi parametri:

Spektralna sestava: celoten spekter,

prevladujejo modri in vijolični odtenki, vendar razlike niso izrazite. Spekter se rahlo spreminja z časom dneva (leta) in vremenom..



Dnevna svetloba - parametri



Dnevno svetlobo lahko opišemo z določenimi tehničnimi parametri:

Temperatura barve: se spreminja tekom dneva.

Povprečje je približno 6500 K (na ekvatorju), pri nas pa nekoliko manj (5000 K) .

Dnevna svetloba - parametri

Dnevno svetlobo lahko opišemo z določenimi tehničnimi parametri:

Faktor primerljivosti barve: 100

Dnevna svetloba predstavlja referenčni vir za faktor primerljivosti barve pri barvnih temperaturah nad 5000 K.

Umetni svetlobni viri

Zgodovina umetnih virov svetlobe je skoraj tako dolga kot zgodovina človeštva:

Ogenj: 400.000 BC
Oljenke: 13.000 BC
Sveče: 400
Plinske svetilke: 1792
Obločnice: 1809
Petrolejke: 1853
Žarnice: 1879
Sijalke: 1901

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Ogenj
(40.000 bc)

Ogenj je najstarejši umetni vir svetlobe. Človek ga je uporabljal že v pradavnini o čemer pričajo npr. jamske slike v Altamiri.

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Primitivne svetilke
(13.000 bc)

Izdelane so iz kamnov, školjk in podobnih materialov. Polnjene so bile z mastjo, za stenj pa je bil uporabljen vlaknat material (lan, suho trsje, papirus, ...).

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Starodavne svetilke
(3.000 bc)

Oljne svetilke so bile izdelane iz kamna ali iz školjk in so že imele kljun za stenj. Pojavijo se tudi že lončene svetilke. Za gorivo so uporabljali živalska (ribje olje) in rastlinska olja (oljčno in palmino olje).

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Lončene oljne svetilke
(500 bc)

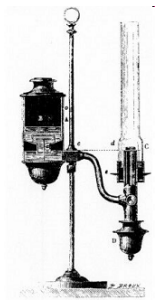
V nadaljnjem razvoju se je telo lončene svetilke zaprlo, tako da je nastal zaprt rezervoar za olje. Lončene svetilke so izdelovali ročno ali s pomočjo kalupov. Pojavi se tudi že okrasje svetilke.

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Sveča
(400 AD)

Prvi so sveče izdelali stari Egipčani, množično pa so jih uporabljali tudi Rimljani. Izdelane so bile iz strjenega loja. Poznali so jih tudi na daljnem vzhodu, le da so tam uporabljali vosek (iz insektov ali rastlin)

Umetni svetlobni viri - zgodovina



Svetilka s krožnim plamenom
(1784 AD)

Ena večjih izboljšav oljne svetilke je bila uporaba votlega okroglega stenja in steklenega valja (Ami Argand, Švica). Uporabljali so predvsem kitovo olje. Svetila je približno tako kot 10 sveč.

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Betty svetilke
(1790 AD)

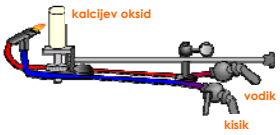
Nekoliko izboljšana oljna svetilka je bila predvsem v uporabi v Ameriki v času njene kolonizacije. Svetila je za približno 2 sveči in uporabljala živalske ali rastlinske maščobe.

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Plinske svetilke
(1814 AD)

Tega leta so vpeljali plinske svetilke za razsvetljavo ulic v Londonu. Zasluga gre škotskemu inženirju Murdocku, ki si že od leta 1792 sveti s plinom doma in v delavnici. Plinsko mrežico iznajdejo 1885 (torijev in cerijev oksid).

Umetni svetlobni viri - zgodovina



Magnezijeva luč
(1816 AD)

Magnezijevo luč oziroma svetilka oddaja svetlobo brez direktne uporabe plamena. Svetlobo ob oksidaciji oddaja apno oziroma kasneje magnezij (limelight). Da pa apno oksidira, ga je potrebno segrevati z kisikovim in vodikovim plamenom. Svetloba je približno 83-krat močnejša kot pri argandovi svetilki (približno 800 sveč).

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Vžigalice
(1827 AD)

So tudi angleški izum kemika in lekarnarja Johna Walkerja. Z vžigalicami je bilo bistveno olajšano prižiganje svetilk. Walker svoje iznajdbe ni nikoli patentiral.

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Kerozinska svetilka
(1853 AD)

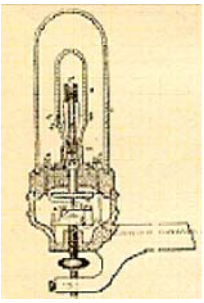
Izboljšana argandova svetilka za gorivo uporablja kerozin. Kmalu jo še izboljšajo z duplex gorilcem (dva vzporedna ploščata stenja). Prvič se pojavijo 1853 v Nemčiji.

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Obločnica
(1809)

Tega leta anglež Davy predstavi svetilko z ogljikovo obločnico. Pri njej sveti električni oblok, ki gori prosto v zraku med dvema ogljenima elektrodama.

Umetni svetlobni viri - zgodovina



Prva električna žarnica
(1820 AD)

Prva električna žarnica je uporabljala platinasto žarilno nitko in stekleno vakuumirano tubo. Izdelal jo je Warren De la Rue, vendar jo ni patentiral.

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Električna žarnica
(1820-1875)

1835 - James Bowman Lindsay demonstrira delovanje svojega prototipa.

1850 - Shepard predstavi prototip z ogljeno nitko.

1854 - prvo žarnico izdela optik Goebel in uporabi naoljeno bambusovo vlakno. Žal žarnice ne patentira.

1875 - Woodward in Evans patentirata prvo žarnico v Kanadi. Uporabita ogljeno nitko in balon polnjen z dušikom.

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Swanova žarnica
(1879)

Swan demostrira svojo žarnico 1879 v Newcastlu. Žarnica gori 13 ur. 1880 objavi razvoj žarnice v reviji "Engineering". Swan je svoj izum patentiral že 1878.

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Edisonova žarnica (1879)

Njegova prva žarnica je nastala na podlagi Wodward-Evansovega patenta. Uporablja naoljeno bombažno nit v vakuumu in deluje 45 ur. Leta 1880 Edison dobi patent, vendar mu ga 1883 zaradi Swanove tožbe vzamejo.

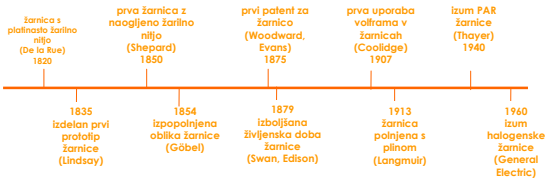
Umetni svetlobni viri - zgodovina

Nadaljne izboljšave električne žarnice (1880-1960)

1907 - žarnice z volframovo žarilno nitko;
1913 - žarnice polnjene s plinom in z špiralno nitko;
1940 - PAR reflektorske žarnice;
1955 - Dichroic žarnice (coolbeam);
1960 - halogenske žarnice.

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Potek razvoja žarnice (1820-1960)

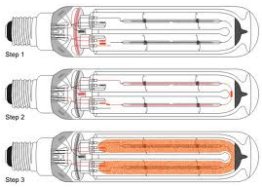


Umetni svetlobni viri - zgodovina

VT Hg sijalka
(1901)

Tega leta je bila predstavljena prva VT sijalka z živosrebrno paro. Njena svetloba je bila modro-zelene barve. Prva VT Hg sijalka podobna današnjim pa je bila predstavljena 1934.

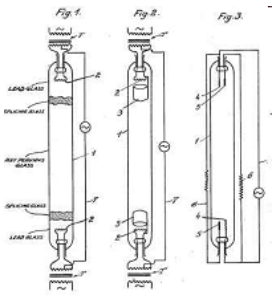
Umetni svetlobni viri - zgodovina



NT Na sijalka
(1932)

Raziskave na področju NT sijalk so se začele že leta 1920. Prvič pa so bile NT Na sijalke uporabljene leta 1932 kot javna razsvetljava na Nizozemskem.

Umetni svetlobni viri - zgodovina



Fluorescenčna sijalka
(1937)

Prva fluo sijalka je bila patentirana leta 1927 v USA, razvili pa so jo nemški znanstveniki. Vendar je bila uporabna izvedba predstavljena šele leta 1937 v New Yorku (GE)

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Metal halogenidna sijalka
(1960)

Predstavlja izboljšavo VT Hg sijalke, saj ima bolj zvezen spekter. Razlikuje se v tem, da se pri MH sijalki v gorilnik dodaja kovinske soli (predvsem jodite).

Umetni svetlobni viri - zgodovina

VT Na sijalka
(1966)

Z višanjem tlaka in dodajanjem Hg v gorilnih so leta 1966 uspeli iz NT Na sijalke razviti VT Na sijalko, ki ima bolj zvezen spekter in s tem boljši faktor reprodukcije barve.

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Žveplova sijalka
(1994)

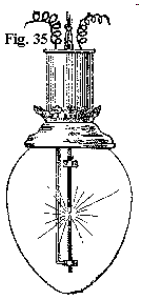
Najnovejša sijalka z razelektritvijo v plinu je bila razvita v Ameriki in trenutno še ni v polni komercialni uporabi.

Umetni svetlobni viri - zgodovina

LED dioda
(1965)

LED dioda je polprevodniški element, ki pri prevajanju toka skozi zaporno plast oddaja svetlobo. Prve LED so bile rdeče, danes pa poznamo tudi LED drugih barv (tudi bele).

Električni umetni svetlobni viri



Med električne svetlobne vire danes prištevamo:

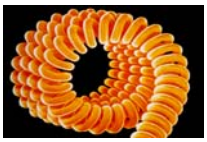
OBLOČNICE: pri katerih gori električni oblok v zraku

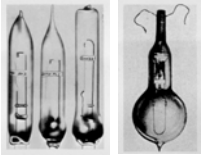
ŽARNICE: ki oddajajo svetlobo zaradi segrete kovinske žarilne nitke - temperaturno sevalo

SIJALKE: pri katerih je vir svetlobe razelektritev v plinu in fluorescenca

LED DIODE: ki svetijo ob prevajanju toka skozi polprevodnik

Žarnice





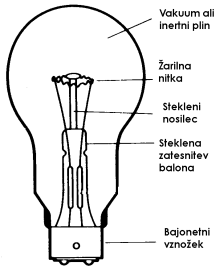
Žarnice delujejo na principu termičnega sevala.

Večina energije gre v toploto, le 5-15% v svetlobo.

Svetlobni izkoristek skozi zgodovino: od 3 lm/W do 20 lm/W

Dve glavni vrsti žarnic: navadne in halogene

Navadna žarnica



Žarilna nitka iz volframa.

Zaradi manjšega hlajenja je žarilna nitka zvita v dvojno ali trojno spiralo.

Temperatura barve: 2700 K.

Električni tok, ki teče skozi žarilno nitko jo zaradi upornosti segreje na približno 2700 K.

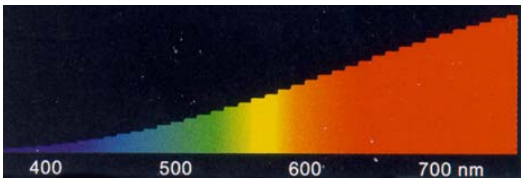
Življenjska doba: cca. 1000 ur

Navadna žarnica

Barvni spekter vsebuje vse valovne dolžine, modre barve so slabo zastopane, poudarjene pa so rdeče barve, spekter ima vrh v IR področju.

V svetlobo se pretvori okoli 5% električne energije

Svetlobni izkoristek: 13 lm/W (100 W žarnica)



Navadna žarnica

Indeks barvnega videza: odličen (95-100).

Svetloba je v primerjavi s sončno nekoliko bolj rumenkasta, zato so rumeno-rdeče barve bolj poudarjene.

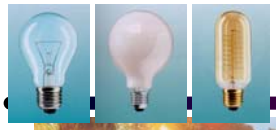
Navadna žarnica

Navadno žarnico lahko priključimo direktno na električno inštalacijo

Če nazivna napetost žarnice ni enaka nazivni napetosti inštalacije uporabimo pretvornik (transformator).

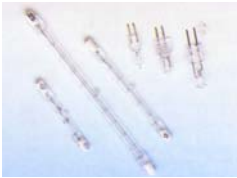
Žarnica enako deluje tako z izmenično kot enosmerno napetostjo (tokom).

Navadna žarnica



Halogena žarnica

Pri halogenski žarnici se stekleni balon poleg z inertnim plinom polni tudi z halogenim elementom (jod, brom, ..)



Halogena žarnica

V žarnici nastane krožni proces, ki podaljša življenjsko dobo in omogoči, da žarilna nitka deluje na višji temperaturi.

Daljša življenjska doba: 2000-4000 ur
Višja temperatura barve: 3000-3200 K.

Halogena žarnica

Za krožni proces je potrebna temperatura vsaj 180 °C, zaradi tega je balon manjši in izdelan iz kremenčevega stekla.

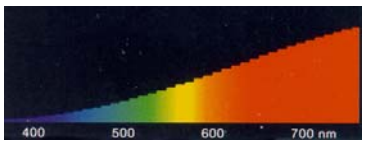
Zaradi poroznosti kremenčevega stekla se žarnice ne sme prijemati z rokami.

Halogena žarnica

Barvni spekter vsebuje vse valovne dolžine. V primerjavi z spektrom navadne žarnice je vrh premaknjen proti manjšim valovnim dolžinam, vendar še vedno v IR področju.

Indeks barvnega videza: odličen (95-100)

Svetlobni izkoristek: 25 lm/W



Halogena žarnica

Žarnice

Žarnice (navadne in halogene) lahko priključimo direktno na vir napetosti

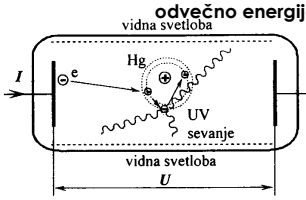
Izdelane so za različne napetosti:
normalne napetosti (230 V, 110 V)
male napetosti (6 V, 12 V, 24 V)

Žarnice za male napetosti običajno priključujemo na omrežje preko transformatorjev (klasičnih, toroidnih, elektronskih)

Sijalke

Sijalke delujejo na principu razelektritve v plinu.

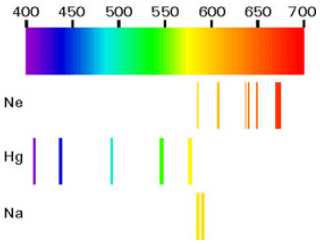
Elektroni se pri prehodu skozi plin zaletavajo v atome plina in pri tem izbijajo druge elektrone na višje oble. Ko se ti elektroni vrnejo nazaj v svojo orbito, oddajo odvečno energijo v obliki fotona - svetlobe.



Oddana svetloba je lahko v vidnem ali v UV delu spektra.

Sijalke

Različni plini oddajajo različno barvo svetlobe:

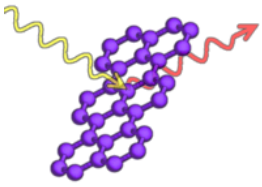


neon - rdeča
živo srebro - modrikasta
natrij - rumena
xenon - bela

Nastala svetloba ima izrazit črtni spekter.

Sijalke

Ker nekateri plini (živo srebro) oddajajo velik del svetlobe v UV delu spekta, s posebnim fluorescenčnim premazom na notranji strani cevi UV svetlobo pretvorimo v vidno svetlobo.



Uporabljajo se praški na osnovi redkih zemelj ali na osnovi halofosfatov ali aluminatov.

barij-magnezijev-aluminat
cinkov-silikat
kalcijev-borat

Sijalke

Plin je specifičen prevodnik:

- potrebna je visoka napetost, da pride do vžiga prevajanja skozi plin;
- ima inverzno uporovno karakteristiko, zato je potrebno tok skozi plin stabilizirati z zunanjo napravo.

Sijalke potrebujejo predstikalno napravo, ki omogoča vžig in/ali stabilizacijo toka v fazi gorenja.

Uporablja se:

- Elektromagnetne PN (dušilka, starter, transformator, upor)
- Elektronske predstikalne naprave

V primeru uporabe NF predstikalnih naprav imajo sijalke stroboskopski efekt.

Sijalke

Sijalke lahko delimo na:

Nizkotlačne sijalke

- tlak: 0,1 … 10 mbar
- tlilna in obločna razelektritev v plinu
- Barvni spekter: izrazito linijski
- vžig: visoka napetost oziroma predgretje in VN impulz
- omejitev toka: upor, transformator s stresanim poljem oziroma dušilka, VF elektronska predstikalna naprava

Sijalke

Sijalke lahko delimo na:

Visokotlačne sijalke

- tlak: 0,1 … 30 bar
- obločna razelektritev v plinu
- Barvni spekter: linijski in zvezni
- vžig: pomožna razelektritev, napetostni impulz, VF VN predstikalna naprava
- omejitev toka: dušilka s paralelnim kompenzacijskim kondenzatorjem

Sijalke

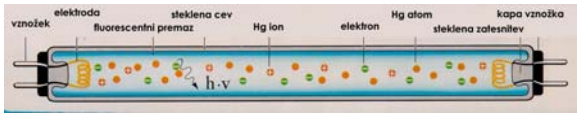
Visokotlačne proti nizkotlačnim sijalkam

- Imajo višji tlak plina v gorilniku, zato je temperatura plina višja.
- Gorilnik je iz posebnega stekla ali keramike.
- Boljši svetlobni izkoristek.
- Manjši delež UV svetlobe.
- Daljši zagonski časi.
- Po ugasnitvi se jih ne da takoj vključiti.

Fluorescenčna sijalka

Uporabljen plin: živosrebrna (HG) para.

Ker je Hg pri sobnih temperaturah tekoč, se cev dodatno polni z žlahtnim plinom (kripton, argon), ki zagotovi začetno segrevanje notranjosti.



Fluorescenčna sijalka

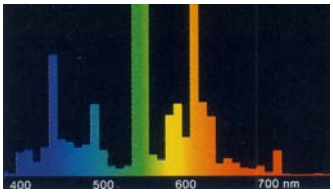
Energijska bilanca:
3% vidna svetloba, 63% UV svetloba, 34% toplota
63% UV svetloba: 25% vidna svetloba, 38% toplota
28% vidna svetloba, 34% IR svetloba, 38% izgubna toplota

Svetlobni izkoristek: 96 do 104 lm/W
(odvisno od predstikalne naprave)

Življenjska doba: 10.000 do 24.000 ur.
(odvisno od predstikalne naprave)

Fluorescenčna sijalka

Izrazito črtni spekter.
Barva svetlobe: poljubna (2700 - 6500 K), odvisno od fluorescenčnega premaza cevi.
Indeks barvnega videza: med 60 in 95%.



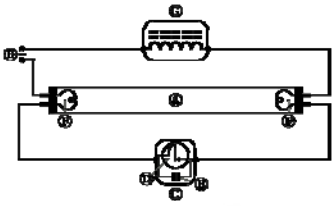
Fluorescenčna sijalka

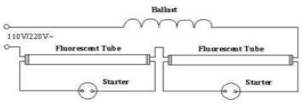
Predstikalna naprava:

- elektromagnetna: dušilka in starter
- elektronska (visokofrekvenčna)
- elektronska regulacijska (na podlagi spreminjanja frekvence)

Fluorescenčna sijalka

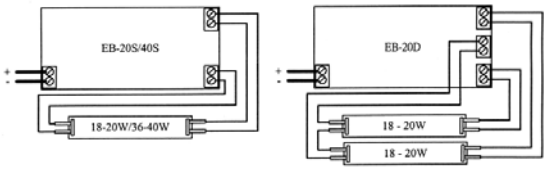
Električna vezava klasične predstikalne naprave (PSN)





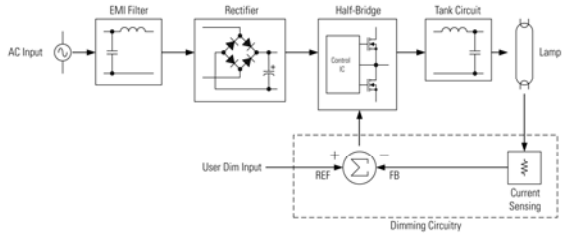
Fluorescenčna sijalka

Električna vezava elektronske PSN



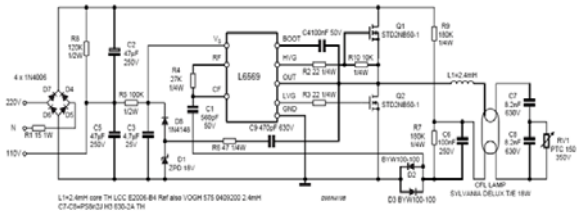
Fluorescenčna sijalka

Glavni sestavni deli elektronske PSN

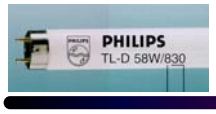


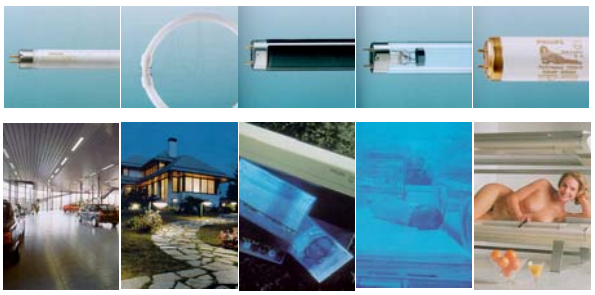
Fluorescenčna sijalka

Shema elektronske PSN



Fluorescenčna sijalka





Kompaktna fluorescenčna sijalka

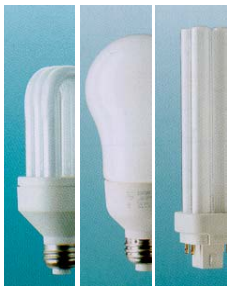
Po principu delovanja: fluorescentna sijalka.

10% manjša poraba energije kot fluo. cevi.

Življenjska doba: 8000 do 12000 ur, vendar pri 20.000 vklopih le še 3000 ur.

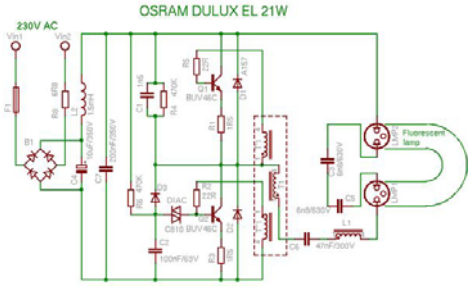
Direktna zamenjava za navadno žarnico zaradi vgrajene predstikalne naprave in E27 vznožka.

Kompaktna fluorescenčna sijalka



Kompaktna fluorescenčna sijalka

Shema elektronske PSN



Indukcijska sijalka

Do žarenja pline ne pride zaradi prevajanja toka, temveč zaradi VF magnetnega polja.

Izredno dolga življenjska doba: 60.000 ur

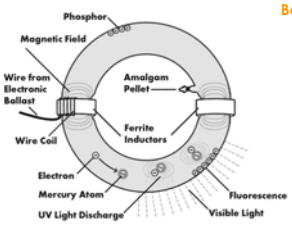
Izkoristek: 65 lm/W

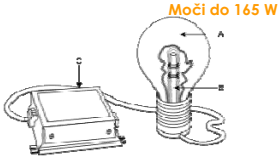
Barvna temperatura: med 2700 in 4000 K

fluorescentni premaz

Indeks barvnega videza: 80%

Moči do 165 W





Indukcijska sijalka

Nizkotlačna natrijeva sijalka

Svetilni plin: natrij (Na) pri nizkem tlaku. Za vžig se v gorilnik dodaja tudi žlahtne pline.

Obratovalna temperatura: 290°C (potrebna je dobra toplotna izolacija)

Elektroda

Steklena cevka v kateri gori oblok

Življenjska doba: 16.000 ur.

Moči do 180 W

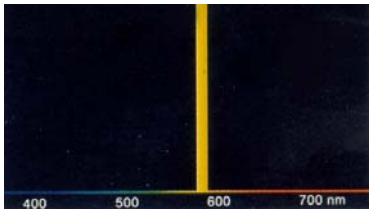
Vakuumiran zunanji balon

Nizkotlačna natrijeva sijalka

Monokromarska svetloba: rumena 589 nm in 589,6 nm.

Najboljši izkoristek: do 200 lm/W.

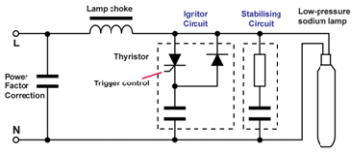
Barvna temperatura: 1750 K.



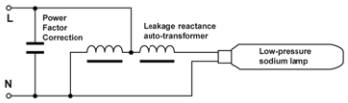
Nizkotlačna natrijeva sijalka

Električna vezava s EM PSN:

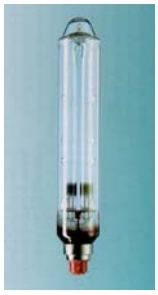
Sijalka manjše moči



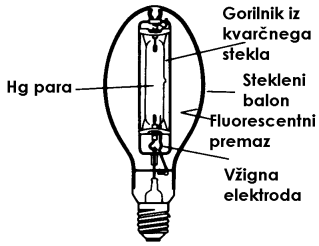
Sijalka večje moči



Nizkotlačna natrijeva sijalka



Visokotlačna živosrebrna sijalka



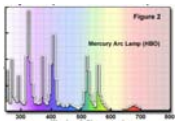
Deluje podobno kot fluorescenčna sijalka, le da ima manjši delež UV svetlobe - vseeno ima fluorescentni premaz.

Svetlobni izkoristek: do 60 lm/W.

Življenjska doba: >15.000 ur.

Moči do 400 W

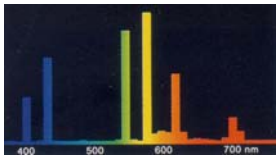
Visokotlačna živosrebrna sijalka



Izrazit črtni spekter.

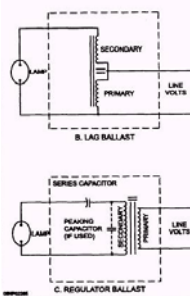
Indeks barvnega videza: 23 - 55.

Barvna temperatura: 2000 - 4000 K.



Visokotlačna živosrebrna sijalka

Električna vezava z EM dušilko



Visokotlačna živosrebrna sijalka

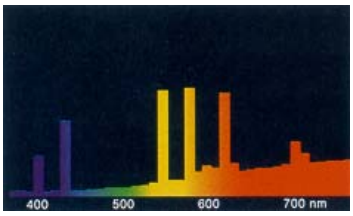
Žarnica za mešano svetlobo

Mešanec med VT Hg sijalko in navadno žarnico:
namesto upora pred pomožno elektrodo ima žarilno nitko za vžig in stabilizacijo toka. Ne potrebuje posebne predstikalne naprave, zato predstavlja direktno zamenjavo za žarnico.

Izkoristek: 30 lm/W.
Življenjska doba 5000 ur.
Moč do 160 W.

Žarnica za mešano svetlobo

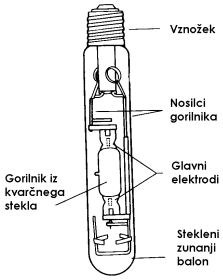
Boljši indeks barvnega videza: do 70
Barvna temperatura: 3400 K.



Zaradi žarilne nitke ima zvezen spekter s poudarjenimi rdečimi barvami.

Žarnica za mešano svetlobo

Kovinsko halogenidna sijalka



Temelji na VT Hg sijalki, vendar so v gorilnik dodani kovinski halogenindi - redke zemlje: disprozij, holmij, tulij, ... pa tudi cin, natrij, litij, indij.

Ima manj UV svetlobe, zato nima fluorescentnega premaza. Barvo svetlobe določamo z dodatki.

Izkoristek: 67 do 95 lm/W.

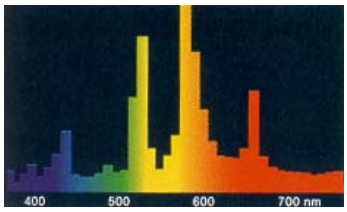
Življenjska doba: 15.000 ur.

Kovinsko halogenidna sijalka

Barvna temperatura: 3000 - 6000 K.

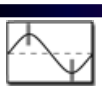
Indeks barvnega videza: do 95.

Moč do 2000 W.



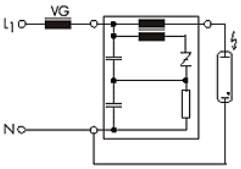
Zaradi dodatkov dobimo zvezni spekter s poudarjenimi Hg črtami.

Kovinsko halogenidna sijalka

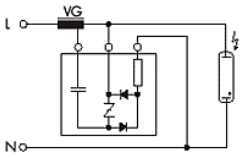


Električna vezava z EM PSN

Circuit principle of a superimposed ignitor

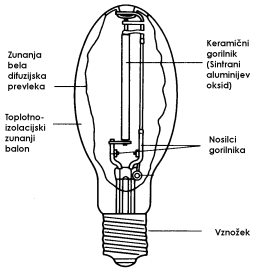


Circuit principle of a pulse ignitor



Kovinsko halogenidna sijalka

Visokotlačna natrijeva sijalka



Delujejo pri tlaku 0,25 bara in temperaturi 1000 K.

Svetloba je bolj bela in ni monokromatska.

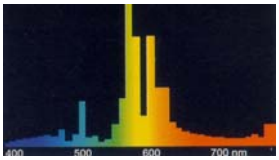
Izkoristek: 95 do 150 lm/W.

Življenjska doba: do 24.000 ur.

Moč do 1000 W.

Visokotlačna natrijeva sijalka

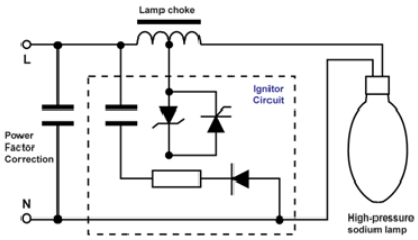
Barvna temperatura: 2200 K.
Indeks barvnega videza: 20 - 65.



Zaradi višjega tlaka v gorilniku dobimo poleg izrazitih Na črt tudi zvezni del spektra

Visokotlačna natrijeva sijalka

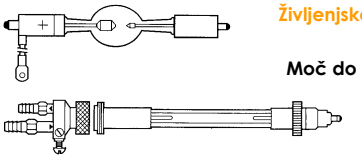
Električna vezava s EM PSN



Visokotlačna natrijeva sijalka

Visokotlačna xenonska sijalka

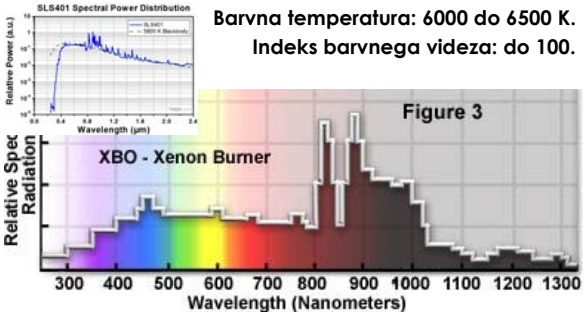
Delujejo pri tlaku 1 bara (dolge) oziroma pri tlaku do 30 barov (kratke) in pri temperaturi do 500 °C
Svetloba je bela.



Izkoristek: 25 do 40 lm/W.
Življenjska doba: do 3.000 ur.

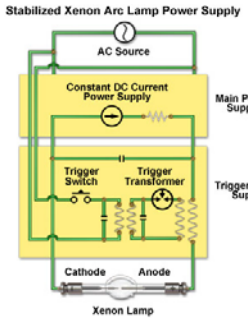
Moč do 10.000 W (75.000W).

Visokotlačna xenonska sijalka

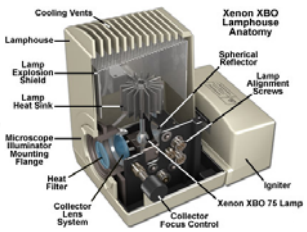


Barvna temperatura: 6000 do 6500 K.
Indeks barvnega videza: do 100.

Visokotlačna xenonska sijalka



Napajanje z električno energijo



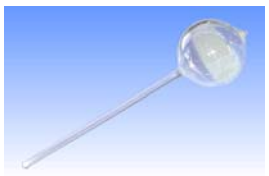
Visokotlačna xenonska sijalka

Avtomobilska VT sijalka

V avtomobilskih xenonskih žarometih se ne uporablja VT xenonskih sijalk ampak VT metal-halogenidne sijalke (D2S) in seveda ustrezno predstikalno napravo.

Žveplova sijalka

Sijalka je brez elektrod. Plin (žveplova para) se vzbudi s pomočjo mikrovalov (potreben je magnetron). Za vžig se v gorilnik dodaja argon



Velikost: premer 36 mm.

Potrebna je stalna rotacija in prisiljeno hlajenje sijalke

Žveplova sijalka

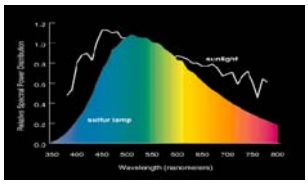
Žveplova sijalka je bila razvita med 1986 in 1990, predvsem zaradi tega, ker ima spektralno porazdelitev podobno občutljivosti človeškega očesa.

Nazivna moč sijalke: 1000W (1375W)

Izkoristek: 130 (95) lm/W.

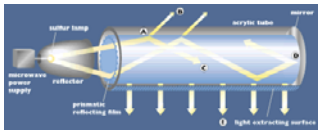
Življenjska doba 60.000 ur, magnetron 20.000 ur.

Žveplova sijalka

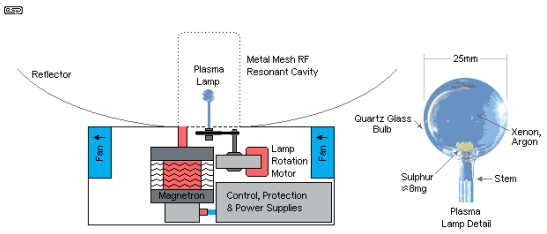


Barvna temperatura: 6000 K.

Indeks barvnega videza: 79.

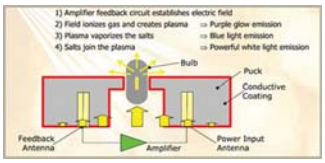


Žveplova sijalka



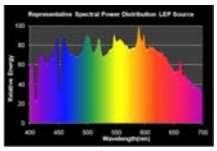
Plazma sijalka

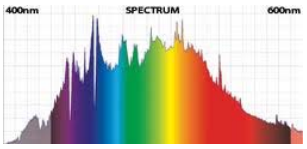
S signalom na področju radijskih frekvenc, ki ga pripeljemo v keramični rezonator, ioniziramo plin v sijalki (ampula iz kremenčevega stekla brez elektrod) in uparimo ostale dodane elemente (halide, redke zemlje…). V ampuli se ustvari plazma, ki predstavlja vir močne bele svetlobe.



Plazma sijalka

Življenjska doba:10.000 do 50.000 ur
Izkoristek: 50-90 lm/W
Barvna temperatura: 5000 K do 7650 K
Indeks barvnega videza: 75 - 95
Električna moč: up to 500 W





Plazma sijalka

Svetleča dioda (LED)

Svetloba pri LED diodi nastane, ko elektron preide iz prevodnega pasu v valenčni pas. Pri določenih polprevodnikih se pri tem sprosti toplotna energija (Si), pri drugih pa svetlobna (GaAs, GaP)

Svetleča dioda (LED)

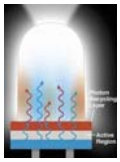
- **Razvoj LED diod**
  - 1967 1. LED dioda (rdeča)
  - 1973 Rumeno – zelena LED dioda
  - 1975 Rumena LED dioda
  - 1978 Rdeča LED dioda, ki je za razliko od prejšnje že oddajala močno svetlobo
  - 1993 Modra LED dioda
  - 1997 Bela LED dioda (modra LED dioda + fosfor)
  - 2001 Bela LED dioda (UV LED + fosfor)

Svetleča dioda (LED)

Bela LED dioda

Mešanje svetlobe rdeče, zelene in modre LED

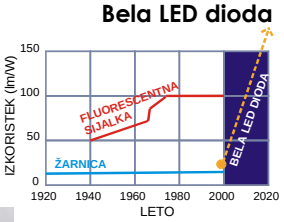
LED z UV svetlobo in fosforna prevleka



LED z UV modro svetlobo in filtrom, ki modro svetlobo pretvori v oranžno

Svetleča dioda (LED)

Bela LED dioda

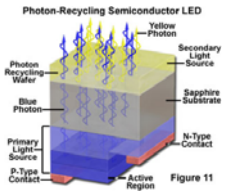


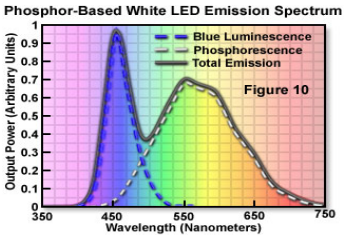
Izkoristek: 100-200 lm/W.
Življenjska doba 50.000 ur.

Svetleča dioda (LED)

Barvna temperatura: poljubna

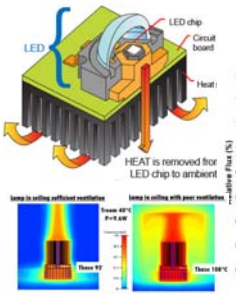
Indeks barvnega videza: lahko tudi 80-90

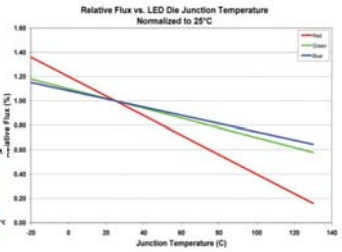




Svetleča dioda (LED)

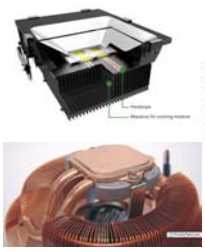
Problem: segrevanje

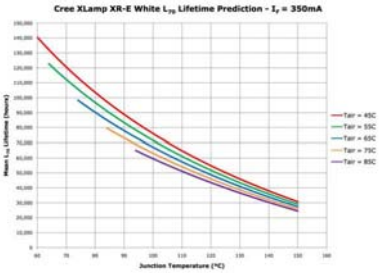




Svetleča dioda (LED)

Problem: segrevanje

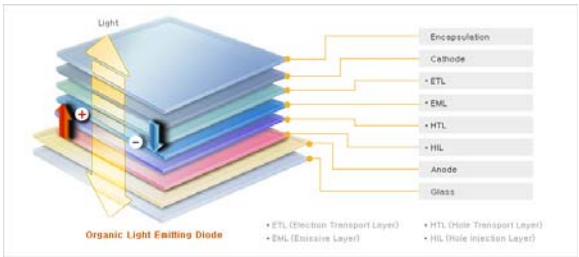




Svetleča dioda (LED)

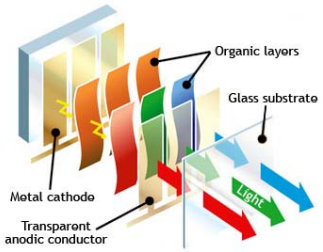
Organska svetleča dioda - OLED

Deluje kot polprevodnik samo da so polprevodni materiali organski in naloženi v plasteh.



Organska svetleča dioda - OLED

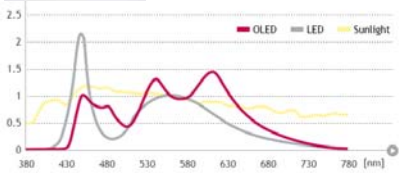
Z različnimi materiali dobimo različne valovne dolžine svetlobe in z njihovim mešanjem (RGB) dobimo belo svetlobo.



Organska svetleča dioda - OLED

Tehnični podatki (komercialni izdelek LG):

Izkoristek: do 60 lm/W
nperatura: 3000 K / 4000 K
ks barvnega videza: do 90
enjska doba: ??? (5.000 h)



Organska svetleča dioda - OLED

Pričakovani rezultati projekta EU FP7 OLED100.eu (2008-2011)

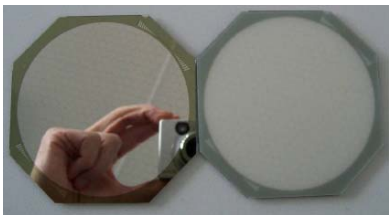
Izkoristek: 100 lm/W;
Življenjska doba: 100.000 h;
Velikost: do 100 x 100 cm2;
Cena: manj kot 100 EUR/m2.

Rezultati so bili doseženi, vendar ne v enem samem izdelku.

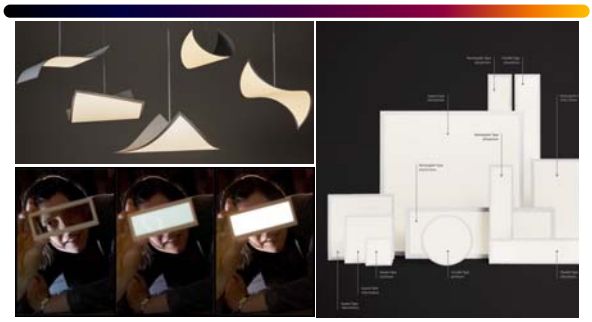
Organska svetleča dioda - OLED

Največje težave OLED tehnologije:

- zahtevna tehnologija izdelave;
- slab izkoristek;
- kratka življenjska doba;
- nenadne odpovedi;
- visoka cena;



Organska svetleča dioda - OLED



Organska svetleča dioda - OLED

Dobre možnosti uporabe:

- splošna razsvetljava – velike površine z nizko svetlostjo (strop, okna, …);
- svetlobni poudarki arhitekturnih elementov prostora;
- razsvetljava prilagojena človeku.

Indeks barvnega videza

Sončna svetloba	Navadna žarnica	Natrijeva NT sijalka	VT Hg sijalka	Natrijava VT sijalka

Za konec

- Ločimo naravne in umetne svetlobne vire.
- Pri umetnih svetlobnih virih lahko izbiramo med žarnicami in sijalkami.
- Svetlobni vir moramo izbrati tako, da zagotovimo čim boljše pogoje za dolovanje vida in s tem dela oz. bivanja.

… in še:

Vprašanja?