

1. Napajalnik za Geigerjevo cev

Cilj: Tvorjenje visoke napetosti, merjenje visoke napetosti s sondo

Napetosti, ki jih običajno uporabljamo za napajanje elektronskih vezij, ne zadoščajo za napajanje detektorjev ionizirajočega sevanja. Za take so tipične napajalne napetosti 500V ali več. Na srečo ti detektorji potrebujejo le malo električnega toka, zato lahko visoko napajalno napetost zanje tvorimo s posebno vrsto transformacije, ki je opisana v nadaljevanju.

Za transformacijo izrabimo lastnost tuljave. Ko na tuljavo l priključimo napetost U_l , steče skozi tok I_l , ki s časom enakomerno narašča, saj veljata formuli:

$$U_l = l \frac{dI_l}{dt} \quad \Rightarrow \quad I_l = \frac{U_l}{l} t$$

Iz tega lahko izračunamo, kako se spreminja energija shranjena v obliki magnetnega polja tuljave:

$$W_l = l \frac{I_l^2}{2} = \frac{U_l^2 t^2}{2l}$$

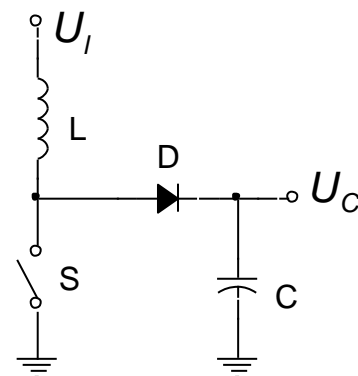
Če na tuljavo $l = 40\mu H$ priključimo napetost $U_l = 12V$ tako, da za $t = 5\mu s$ sklenemo stikalo S na sliki 2.1, se tuljavi nakopiči energija $W_l = 45\mu J$, skozi tuljavo pa teče tok $I_l = 1,5A$.

Ko tok skozi tuljavo l prekinemo, se magnetno polje v trenutku sesuje in povzroči inducirano napetost nasprotna polaritete, ki ima bistveno večjo vrednost od prej priključene napetosti, saj sesuvanje magnetnega polja traja bistveno krajši čas. To inducirano napetost i njeno energijo prestrežemo s kondenzatorjem C , z diodo D pa poskrbimo, da v kondenzator teče tok le takrat, ko se v tuljavi zaradi prekinitve toka skozi inducira napetost, iz kondenzatorja pa naboj ne more uhajati nazaj proti tuljavi, slika 2.1. Z vsakim sesutjem magnetnega polja v tuljavi energijo prenesemo v kondenzator. Zaradi narave sesipanja magnetnega polja in uporabljenih elementov se okoli 50% energije iz tuljave prenese v kondenzator.

Pri kondenzatorju $C = 22nF$ in prej navedeni vrednostih energije v tuljavi se torej zaradi enega sesipanja magnetnega polja kondenzator nabije za ΔU_C :

$$W_C = \frac{1}{2} \cdot W_l = \frac{C \cdot \Delta U_C^2}{2} \quad \Rightarrow \quad \Delta U_C = \sqrt{\frac{W_l}{C}} = 45V$$

Postopek lahko ponavimo in kondenzator se nabije za dodatnih ΔU_C . Pri višjih napetostih na kondenzatorju prihaja do večjih izgub pri prenosu energije, zato se prenos prej ali slej konča, za naše vezje pri približno 500V, čeprav prekinjamo tok v enakomernih časovnih intervalih $\Delta T = 100\mu s$.



Slika 2.1: Shema vezja za povečanje napetosti

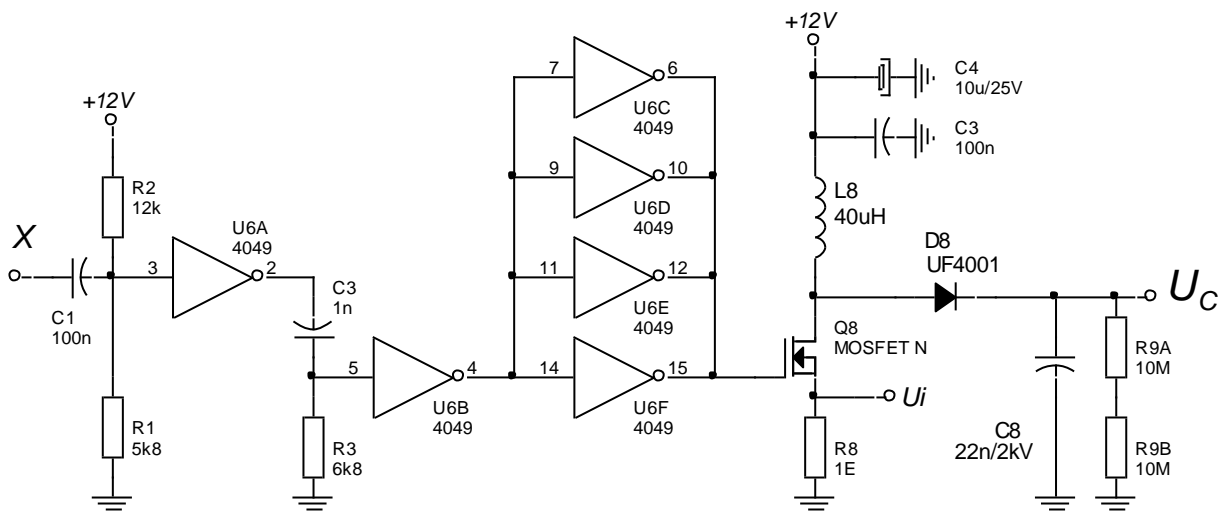
Ko na kondenzator priključimo breme (detektor), teče tok iz kondenzatorja skozi breme. Ta tok prazni kondenzator, zato se takrat vzpostavi ravnotežje, kjer je pritek energije zaradi prekinjanja toka skozi tuljavo enak odtoku energije zaradi bremena. Na našem vezju kondenzator obremenimo z upornikom $R_9 = 20M\Omega$, ravnotežje se vzpostavi pri približno 500V, če le dovolj pogosto prekinjamo tok skozi tuljavo.

Napetosti do 1000V lahko merimo z običajnim AVO-metrom. Priporočljivo je, da merilno veličino in merilno območje izberemo pred priključitvijo inštrumenta v vezje, sicer lahko visoka napetost poškoduje vezje.

Notranja upornost običajnega digitalnega AVO metra znaša $R_N = 10M\Omega$, kar predstavlja dodatno breme k R_9 , zato napetost na bremenu med odčitavanjem ni enaka tisti, ki je na bremenu takrat, ko AVO-meter ni priključen. Zdi se smiselno, da merimo visoke napetosti v tem primeru s posebno sondo za merjenje visoke napetosti, katere notranja upornost je vsaj za velikostni red večja od notranje upornosti običajnega AVO-metra. Tako merjenje ne bo bistveno vplivalo na merjeno vrednost, odčitek bo bolj pravi.

Naloga: Shema testnega vezja je na sliki 2.2, prejšnji shemi je dodan univibrator, ki definira trajanje odprtja stikala S, mehansko stikalo pa je nadomeščeno s hitrim MOSFET tranzistorjem Q8. Priključi vir pravokotnega signala na vhod vezja X, signal naj ima amplitudo vsaj 5Vpp. Frekvenco nastavlja na funkcijskem generatorju v območju od 100Hz do 100kHz.

- S spreminjanjem frekvence vhodnega signala nastavi izhodno napetost vezja na 400V, kar je tipična napetost za poganjanje Geigerjevega detektorja. Izhodno napetost pri isti frekvenci vhodnega signala pomeni z običajnim AVO-metrom in z istim AVO-metrom, opremljenim s sondo za merjenje visokih napetosti. Kolikšna je razlika? Zakaj?
- Z osciloskopom opazuj napetost na tuljavi in razloži obliko ter velikost pri različnih frekvencah vhodnega signala.
- Z osciloskopom opazuj naraščanje toka skozi tuljavo medtem, ko je na tuljavo priključena napetost. Naraščanje toka lahko opazuješ posredno preko naraščanja napetosti U_i na uporniku R8. Skiciraj obliko in izmeri velikost tega toka.



Slika 2.2: Shema testnega vezja

