

Tuljava Rogowskega

Tuljava Rogowskega (zračna tuljava) je v omejeni uporabi že od leta 1912. Množičneje se jo uporablja šele nekaj let, ko je bil rešen problem elektronskega integratorja. Delovanje tuljave Rogowski temelji na Faradayevem zakonu indukcije v mirujoči in zaprti konturi (ovoju)

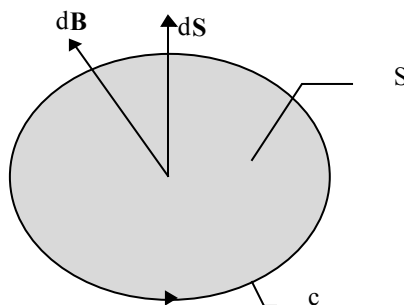
$$u_i = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}. \quad (1)$$

Tuljava Rogowskega je zračna tuljava, ki je navita na izolacijsko, neferomagnetno jedro. Navita je v obliki svitka s tanko žico in velikim številom ovojev na dolžinsko enoto (n_2).

Slika 1: Tuljava Rogowskega

Če je povprečni presek ovoja označen s S , potem je magnetni pretok, ki se sklepa skozi del navitja ($n_2 \cdot dl$) enak (glej sliko 2)

$$d\Phi = n_2 dl \cdot \mathbf{S} \cdot \mathbf{B} = n_2 \cdot S \cdot \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}. \quad (2)$$



Slika 2: Magnetni pretok skozi ploskev S , ki jo tvori zaključena kontura, je določen s skalarnim produktom vektorjev \mathbf{S} in \mathbf{B}

Skupni magnetni pretok skozi tuljavo, ki se nahaja v prostoru med točkama A in B, je

$$\Phi = n_2 \cdot S \cdot \int_A^B \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}. \quad (3)$$

Ker tuljava nima feromagnetnega jedra predpostavimo

$$\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H} \quad (4)$$

in upoštevajmo dodatno pravilo, ki velja za sklenjeno konturo

$$\oint \mathbf{H} d\mathbf{l} = \int \mathbf{J} d\mathbf{S} = i_1. \quad (5)$$

Če s tuljavo Rogowskega objamemo vodnik s tokom i_1 tako, da se začetek in konec tuljave stikata (sklenjena kontura) dobimo naslednji izraz za inducirano napetost tuljavice

$$u_I = -N_1 \cdot n_2 \cdot S \mu_0 \cdot \frac{di_1}{dt}. \quad (6)$$

Če predpostavimo, da sklenjena tuljava tvori krog s polmerom r se zgornji izraz preoblikuje v

$$u_I = -N_1 \cdot \frac{N_2}{2\pi \cdot r} \cdot S \mu_0 \cdot \frac{di_1}{dt}, \quad (7)$$

kjer je N_2 celotno število ovojev tuljave Rogowski.

Izmerjena napetost je teoretično neodvisna od oblike in lege tuljave napram vodniku katerega tok želimo izmeriti. Bralca tu opozarjam na zgradbo tuljave, ki je navita tako, da je njen konec speljan skozi sredico tuljave nazaj proti njenemu začetku. Na ta način se zmanjša vpliv tujih magnetnih polj. Odpravi se tudi odvisnost izmerjene napetosti od prostorske namestitve merilne tuljave. Če bi bil konec navitja N_2 speljan direktno k integratorju, bi bilo navitje ekvivalentno le enemu ovoju, ki obroža vodnik s tokom i_1 .

Maksimalno tokovno območje takšnega merilnika zavisi od frekvence in amplitude merjenega toka. Omejitev je logična, saj je potrebno napetost tuljave Rogowski še integrirati, če želimo dobiti informacijo o trenutni vrednosti merjenega toka i_1 . Končni frekvenčni pas, maksimalna strmina (slew rate) in offset elektronskega integratorja so poglobitni dejavniki, ki vplivajo na pravilno meritev pri velikih strminah merjenega toka di_1/dt (visoke frekvence). Vpliv električnega polja je eliminiran z oklopom tuljave.

Predpostavljene enakomerne porazdelitve ovojev N_2 po obodu tuljave v enačbi (2) je v praksi nemogoče zagotoviti. Lep primer je spoj začetka in konca tuljave, kjer navitja enostavno ni možno namestiti. Podobna odstopanja nastopijo tudi zaradi mehanskih deformacij tuljave, kar lahko vpliva na točnost meritve v odvisnosti od lege vodnika (N_1) napram merjeni tuljavi.

Odstopanja so opazna zlasti pri majhnih premerih vodnika (N_1). Napako je možno zmanjšati, če s tuljavo merjeni vodnik namesto enkrat objamemo dvakrat.

Tipične lastnosti sodobnih merilnikov toka s tuljavo Rogowskega so:

merilno območje	0,5 A do 10 kA
točnost	1 %
frekvenčno območje	10 Hz do 20 kHz
di/dt	250 A/s do 250 A/ μ s

Tabela 1: