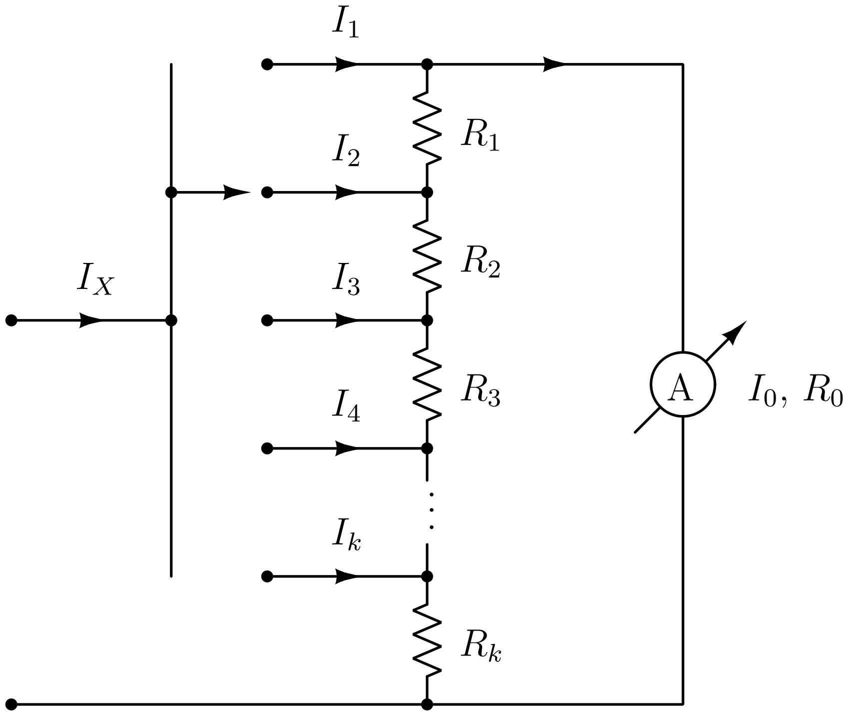
Ejrtonov šant

Predrag Pejović

16. decembar 2017

Cilj ovog dokumenta je da prikaže metod za računanje otpornika u Ejrtonovom šantu.

Ejrtonov šant je prikazan na slici 1 i namenjen je šantiranju instrumenta unutrašnje otpornosti R_0 i struje pune skale I_0 kako bi se dobili opsezi merenja struje I_1 do I_k, pri čemu je $I_1 < I_2 < \ldots < I_k$. Projektovanje Ejrtonovog šanta podrazumeva određivanje otpornosti otpornika R_1 do R_k na osnovu poznavanja I_0, R_0 i zahtevanih opsega merenja I_1 do I_k.



Slika 1: Ejrtonov šant.

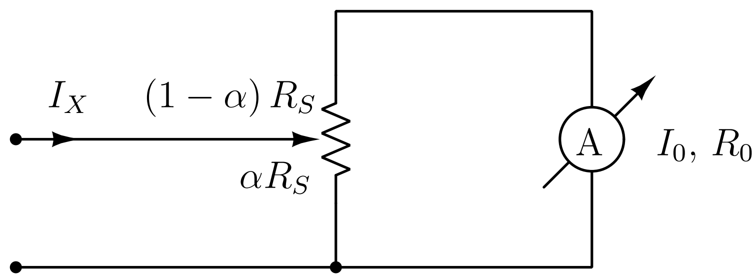
U cilju sistematizovanja i pojednostavljivanja analize, povoljno je Ejrtonov šant predstaviti potenciometrom, kako je prikazano na slici 2, pri čemu je

$$R_S \triangleq \sum_{j=1}^{k} R_j \tag{1}$$

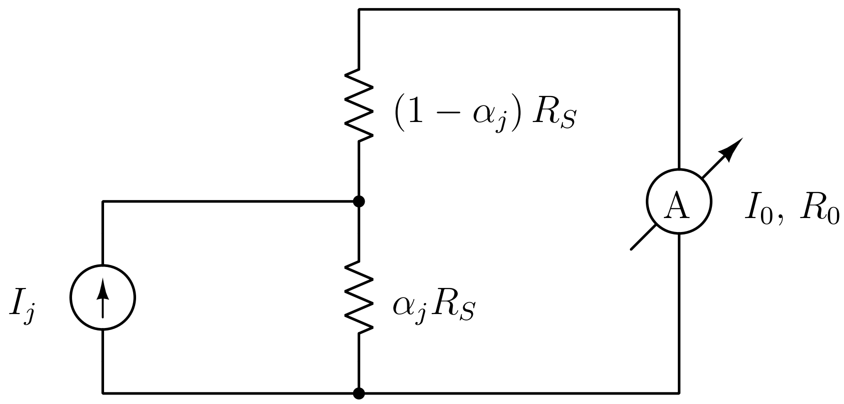
a parametar α pripada diskretnom skupu vrednosti uslovljenom predviđenim mernim opsezima instrumenta. U mernom opsegu indeksiranom sa j potenciometarska predstava Ejrtonovog šanta se svodi na šemu prikazanu na slici 3.

Za prvi merni opseg, I_1, prema slici 1 sledi da je $\alpha_1 = 1$, pa je prema strujnom razdelniku

$$I_0 = \frac{R_S}{R_S + R_0} \, I_1 \tag{2}$$



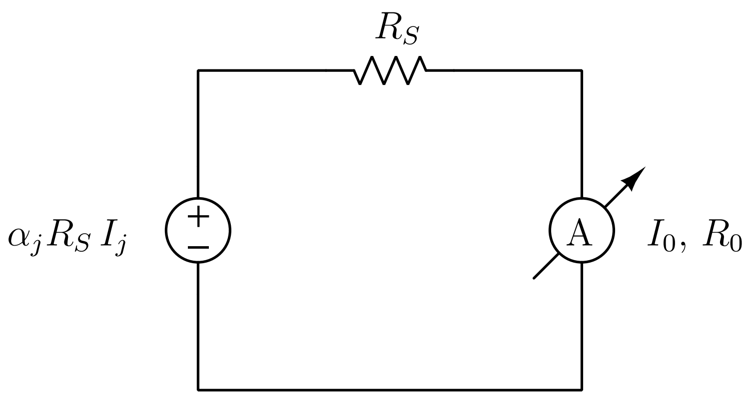
Slika 2: Ejrtonov šant, potenciometarska predstava.



Slika 3: Ejrtonov šant, j-ti opseg.

odakle se može izračunati ukupna otpornost Ejrtonovog šanta kao

$$\boxed{R_S = R_0\,\frac{I_0}{I_1 - I_0}.} \tag{3}$$



Slika 4: Ejrtonov šant, Tevenenovo predstavljanje.

Za izračunavanje pojedinih otpornosti Ejrtonovog šanta povoljno je kolo sa slike 3 transfigurisati primenom Tevenenove teoreme u kolo sa slike 4, odakle je

$$\alpha_j\, R_S\, I_j = (R_0 + R_S)\; I_0 \tag{4}$$

što se za $j = 1$ svodi na

$$R_S\, I_1 = (R_0 + R_S)\; I_0 \tag{5}$$

pa je

$$\alpha_j\, R_S\, I_j = R_S\, I_1 \tag{6}$$

odakle je

$$\alpha_j = \frac{I_1}{I_j}. \tag{7}$$

Određivanje koeficijenata α_j je bitan korak ka određivanju pojedinačnih otpornosti Ejrtonovog šanta. Otpornost otpornika R_1 se dobija iz jednačina za $j = 2$ se dobija

$$R_1 = (1 - \alpha_2)\ R_S = \left(1 - \frac{I_1}{I_2}\right) R_S. \tag{8}$$

Sledeći otpornik je R_2 koji je dat sa

$$R_2 = (1 - \alpha_3)\ R_S - R_1 = (1 - \alpha_3)\ R_S - (1 - \alpha_2)\ R_S = (\alpha_2 - \alpha_3)\ R_S \tag{9}$$

što se svodi na

$$R_2 = \left(\frac{I_1}{I_2} - \frac{I_1}{I_3}\right) R_S. \tag{10}$$

Formula se dalje indukcijom generalizuje na

$$\boxed{R_j = \left(\frac{I_1}{I_j} - \frac{I_1}{I_{j+1}}\right) R_S} \tag{11}$$

za $j < k$, odnosno $j \in \{1, 2 \ldots k - 1\}$. Konačno, R_k se dobija kao $R_k = \alpha_k\, R_S$, što se svodi na

$$\boxed{R_k = \frac{I_1}{I_k}\, R_S.} \tag{12}$$

Zamenom iz (11) i (12) se može potvrditi da dobijena rešenja zadovoljavaju $\sum_{j=1}^{k} R_j = R_S$.