Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo
Tržaška 25
61000 Ljubljana

Procesni merilni sistemi
Poročilo o laboratorijskem praktikumu 4

Leon Kos, 4. letnik Avtomatika – Robotika

15. november 1995

1 Naloga

S pomočjo časovne in frekvenčne analize oblik krivulj inducirane napetost (U_i), gostote magnetnega pretoka (B) in jakosti magnetnega polja (H) realizirajte ustrezne numerične filtre in določite začetno ter maksimalno permeabilnost feromagnetne pločevine za 50 Hz.

2 Opis merilnega vezja

V Neumanovem jarmu imamo pločevino okoli katere je navita tuljava z N = 40 ovoji in Hallovo sondo za merjenje jakosti magnetnega polja (H).

Inducirana napetost v merilni tuljavici je povezava z gostoto magnenega pretoka B, ki jo podaja enačba

$$u_i = -N\frac{d\Phi}{dt} = -NA\frac{dB}{dt} \tag{1}$$

Z integracijo enačbe (1) dobimo izraz za gostoto magnetnega pretoka

$$B = -\frac{1}{Nab}\int u_i dt = K_b \int u_i dt \tag{2}$$

ki jo je potreno v preaksi še korigirati zaradi oksidne plasti in zračnosti.

$$B_{popravljen} = -\frac{1}{AN}\int u_i dt - \frac{A_t - A}{A}\mu_0 H \tag{3}$$

Inducirano napetost integriramo analogno z operacijskim ojačevalnikom vezanim v integrator s kondenzatorjem $C = 20nF$ in uporom $R = 240k\Omega$. Gostota magnetnega pretoka je tako

$$B \approx -\frac{RC}{k_{kor}Nab}U_{iz} = -\frac{240 \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 10^{-9}}{0.995 \cdot 40 \cdot 30.1 \cdot 15.3 \cdot 10^{-6}}U_{iz} = -0.626U_{iz} \tag{4}$$

Za tangencialno Hallovo sondo velja enačba

$$H = \frac{1}{k_h I_k \mu_0 A}u_H \tag{5}$$

Konstatna k_h je za vgrajeno sondo Siemens TC 21

$$k_H \geq 0.56\frac{V}{AT} \qquad @ \quad I_{k_n} = 150mA, \quad B_n = 1T$$

kar nam da za uporabljeno sondo naslednjo enačbo

$$H = \frac{1}{0.56 \cdot 150 \cdot 10^{-3} \cdot 1.257 \cdot 10^{-7}}U_H = 94707732 \cdot 10^{11}U_H \tag{6}$$

Sofazno napetost v Hallovi sondi potlačimo z preciznim ojačevalnikom, ki ima visoko ojačanje ($A = 1 + R_2/R_1 \approx 14168$), saj so vhodne napetosti reda nakaj deset mikro voltov.

3 Opis merilnega instrumentarija

- Neumanov jarem
- Hallova sonda – Siemens TC 21
- Vmesnik PCI-20200 za PC
- Računalnik PC z DSP programskim paketom
- Osciloskop HP 54501A
- Univerzalni izvor HP 3478
- merilno vezje z ojačevalniki

4 Opis merilnega postopka

Najprej smo s težavo nastavili ojačanja in offseta operacijskih ojačevalnikov v merilnem vezju. Signale smo merili z osciloskopom. Izmerjeni sta bili naslednji izhodni napetosti za jedro v nasičenju:

$$U_{B_{max,pp}} = 11.06V$$

$$U_{H_{max,pp}} = 1.75V$$

kar nam preračunano po enačbi (4) in (6) da naslednja rezultata:

$$B_{max} = 0.062\frac{11.06}{2} = 1.448T$$

$$H_{max} = 94707732\frac{1.75}{2 \cdot 14168} = 6683A/m$$

V drugem delu sm o z DSP paketom numerično integrirali in filtrirali vhodne podatke. V ta namen so že bili pripravljeni algoritmi in ustrezni filtri, tako da nam je bilo potrebno le umeriti celoten sistem z referenčnim dajalnikom vhodne napatosti, za kar smo uporabili univerzalni signalni generator.

Na vhod pripeljemo referenčni signal 1 Vpp in merimo kvantizirano izhodno vrednost. Če izračunamo konstanto popravka, nam izmerjeni digitalni signal neposredno kaže pravilno gostoto

$$K_{skal}(B) = \frac{1}{K_{kor}Nab}K_{B_{ra}} \tag{7}$$

Razmerje vhodno/izhodnih amplitud je tudi merilo za korekcijo, ki pa mora upoštevati še integracijo vhodnega signala

$$K_{B_{ra}} = \frac{X_{ref}}{X_{prikaz}} \cdot \frac{1}{2\pi f} = \frac{0.5}{541} \cdot \frac{1}{2\pi 50} \tag{8}$$

Faktor skaliranja K_{skal} je tako

$$K_{skal} = 1.659 \cdot 10^{-4}$$

S pogledom na diagram poteka goste signala smo odčitali maksimalno gostoto

$$B_{max} = 1.21T$$

Podobno smo naredili faktor skaliranja za magnetno jakost

$$K_{skal}(H) = \frac{1}{k_H I_K \mu_0 A}K_{H_{ra}}$$

$$K_{H_{ra}} = \frac{0.5}{1242}$$

$$K_{skal} = \frac{1}{0.56 \cdot 0.15 \cdot 1.257 \cdot 10^{-6} 14168} \cdot \frac{0.5}{1242} = 0.269$$

Ob izračunu faktorja skaliranja smo odčitali vrednost za $H_{max} = 6530 A/m$

Zaradi slabega razmerja signal/šum je bilo potrebno večkrat (dvakrat) filtrirati signal magnetne jakosti. Sliki 1 in 2 prikazujeta približen frekvenčni odziv magnetne jakosti H brez in z obema filtroma.

Slika 1: Frekvenčna karakteristika H brez filtra

Slika 2: Frekvenčna karakteristika H z obema filtroma