

Važne karakteristike davača sile

Kako rade davači sile na bazi mernih traka

Davači sile čiji se princip bazira na tehnologiji otporničkih mernih traka se sastoje od tzv. elastičnog elementa koji apsorbuje silu koje deluju na davač.

Usled deformacije opružnog elementa, dolazi do pojave dilatacije na površini materijala. Tako opružni element ima ulogu da pretvara silu koja se meri u dilataciju, što je moguće linearnije i ponovljivije. Izbor materijala i geometrije opružnog elementa u mnogome utiče na performanse davača sile.

Merne trake su senzorski elementi. One se sastoje od izolovanog sloja (tzv. nosač) na kom se nalazi merno vlakno. Merne trake su zalepljene na odgovarajućem mestu na opružnom elementu. Obično se koriste četiri merne trake, od kojih se dve istežu, a dve se skraćuju usled delovanja sile.

Četiri merne trake se vezuju u Vitstonov most. Kao što je prikazano, Vitstonov most se napaja odgovarajućim naponom. Izlazni napon se generiše kad god se četiri otpornička elementa deformišu u različitim smerovima, tj. kada se dva skrate, a dva istegnu. Do ovoga dolazi kada deluje dilatacija na merne trake. Merne trake koje se nalaze u suprotnim smerovima, treba da se uniformno opterećuju. Kada se otpor svih mernih traka jednako menja u istom smeru, ne generiše se izlazni signal.

Tako:

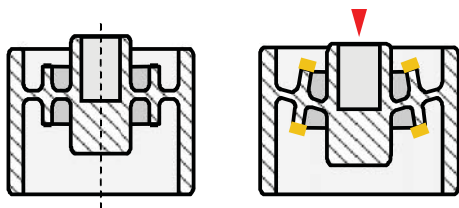
$$\frac{U_i}{U_u} = \frac{k}{4} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4)$$

U_i = izlazni napon

U_u = ulazni napon

k = faktor trake (osetljivost merne trake)

ε = dilatacija na mernoj traci



Izlazni signal se menja proporcionalno sa promenom otpornosti merne trake. Kako je dilatacija proporcionalna sili koja deluje, i promena otpornosti merne trake je linearno zavisna od dilatacije, odnos između izlaznog signala i sile koja se meri je takođe linearan.

Princip je isproban i ispitivan milion puta i nudi mnoge prednosti:

- Kada se menja otpornost svih mernih traka u istom smeru za istu vrednost, ne generiše se izlazni signal. Ovo omogućava da se mnogi parazitski uticaji (na pr. uticaj temperature na nultu vrednost, uticaj momenta savijanja ili bočnih sila) kompenzuju.
- Sam princip merenja omogućava da se proizvedu izuzetno tačni pretvarači sile za relativno povoljnu cenu.
- Nominalna nosivost davača sile zavisi isključivo od čvrstoće opružnog elementa. HBM nudi davače sile od minimalnog opsega 0-10 N i maksimalnog opsega 0-5 MN.

Osnovne karakteristike davača sile:

Nominalna nosivost (nominalna sila) F_{nom}

Nominalna sila je sila pri kojoj je davač opterećen 100%. Sve tehničke karakteristike pretvarača su definisane za ovaj opseg. Treba voditi računa da opterećenja mrtvog tereta (tara) koja potiču od delova koji se ugrađuju na davač, takođe ulaze u opterećenje. Kod dinamičnog opterećenja treba uzeti u obzir opseg oscilovanja sile.

Osetljivost C

Osetljivost definiše električni izlaz u mV/V koji se generiše kada je pretvarač 100% opterećen (odn. opterećen nominalnom silom). Bilo koji signal nule se oduzima. Na primer: davač sile pokazuje signal kada nije opterećen 0,1mV/V. Ako je osetljivost 2mV/V, izlaz davača sile pri nominalnom opterećenju će biti 1,9mV/V.

2mV/V je veoma česta osetljivost za davače sile. Kao što je opisano, davači sile sa mernim trakama zahtevaju napajanje od pojačala (ulazni napon). Osetljivost od 2mV/V znači da davač sile generiše električni izlaz od 2mV pri nominalnom opterećenju, kada se napaja sa 1V. Sa napajanjem od 5V, odgovarajući električni izlaz će biti 10mV. Izlazni napon davača sile se računa prema sledećem obrascu:

$$U_i = U_u \cdot C \cdot \frac{F}{F_{nom}}$$

U_i = izlazni napon

U_u = napon napajanja (ulazni napon)

C = osetljivost

F = sila koja trenutno deluje

F_{nom} = nominalna sila

Ovaj obrazac podrazumeva da je izlazni signal kada je davač neopterećen idealna 0.

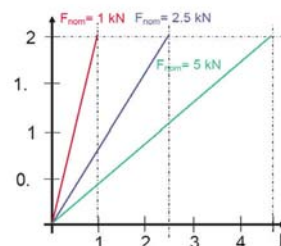
Ponašanje davača je slično kada se posmatra promena sile, a napajanje je isto. U primeru je davač sile opterećen silom koja odgovara polovini nominalnog opterećenja, tako da je izlaz 1mV/V. Ukoliko je napajanje 5V, izlazni napon će biti 5mV.

Nominalna osetljivost se definiše u tehničkoj dokumentaciji davača. Ova osetljivost važi za sve davače istog tipa, tako da je ona iskazana sa tolerancijom odstupanja. Zbog ovoga, svaki davač sile treba da ima podatak od proizvođača o osetljivosti koja je tačnije iskazana za svaki davač ponaosob.

Savet: uvek treba podesiti pojačalo prema osetljivosti koja je iskazana na proizvodnom sertifikatu ili prema sertifikatu o kalibraciji, kako bi obezbedili najvišu tačnost. U tom slučaju se postiže mnogo niže odstupanje prilikom merenja sile.

Davači sile se takođe mogu poručiti sa tzv. TEDS-om (Transducer Electronic Data Sheet – elektronska tehnička specifikacija davača).

Mali čip sadrži informacije o proizvodnom sertifikatu i ugrađuje se u sam davač ili kabel. Merna pojačala koja podržavaju TEDS identifikaciju mogu da pročitaju podatke sa čipa i iskoriste ih za automatsko samopodešavanje parametara.



Relativna greška osetljivosti za pritisne/istezne sile d_c

Davači sile za istezne i pritisne sile često imaju manje odstupanje karakteristične krive iz mehaničkih razloga u zavisnosti od toga da li se koriste kod opterećenja pritiskom ili istezanjem. Ovaj parametar opisuje maksimalnu razliku.

Signal nule

Signal nule je izlazni signal davača kada je neopterećen, pre ugradnje. Kada se davač sile ugradi (i optereti) signal nule će se promeniti zbog prenaprezanja i uticaja mase ugrađenih dodataka.

Mehaničke karakteristike

Nominalno pomeranje S_{nom}

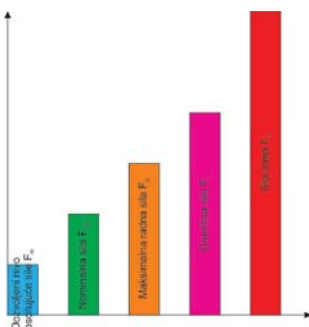
Davač sile se deformiše prilikom delovanja sile. Nominalno pomeranje davača definiše maksimalno pomeranje (ugib ili deformaciju) pri dejstvu nominalne sile. To je važna karakteristika, pošto zajedno sa nominalnom silom definiše krutost davača. Krutost davača sile je relevantna za sopstvenu frekvenciju. Sa aspekta fizike, apsolutno je dozvoljeno posmatrati davač sile kao veoma krutu oprugu.

Krutost C_{ax}

Krutost davača se računa iz nominalne sile davača F_{nom} i nominalnog pomeranja S_{nom} .

$$C_{ax} = \frac{F_{nom}}{S_{nom}}$$

Krutost je prvenstveno definisana konstrukcijom davača i nominalnom silom. U fizici, ona odgovara konstanti opruge. Krutost je ključna za proračun rezonantne frekvencije davača.



Sopstvena frekvencija f_g

Kao kod svakog sistema sa masom i oprugom, davači sile takođe imaju rezonantnu frekvenciju. Ona se računa prema obrascu: m je oscilujuća masa i ne treba je mešati sa masom davača.

$$f_g = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_{ax}}{m}}$$

Rezonantna frekvencija koja je data u specifikaciji uzima u obzir samo davač sile, a ne i potrebne dodatke za uvođenje opterećenja. Sopstvena frekvencija kompletnog sistema se menja sa dodatnim masama koje se dodaju na davač. Zbog toga je ova vrednost samo preporučena. Promenljivi dizajn opita uvek zahteva uzimanje u obzir uslove ugradnje.

Karakteristike sile koje deluju na davač sile

(Relativna) maksimalna radna sila F_g

Maksimalna radna sila je definisana bilo kao apsolutna vrednost u N ili relativno u odnosu na nominalnu deklarisanu silu F_{nom} u %. Davač sile neće pretrpeti opterećenje, sve dok se poštuje maksimalna radna sila u određenom ograničenom broju ponavljanja. Odnos između izlaznog signala i sile koja deluje je ponovljiv, greška u merenju se povećava, ali i dalje postoji mogućnost merenja sile.

Davače sile treba tako izabrati da se maksimalna sila na njima ne ostvaruje.

(Relativna) granicna sila F_L

Kao i maksimalna radna sila, granicna sila se definiše relativno u odnosu na nominalnu silu u % ili apsolutno u N. Ukoliko se premaši granicna sila davača, vrlo je verovatno da davač više neće moći da se koristi za merenje.



Često dolazi do trajne plastične deformacije davača prilikom premašenja granicne sile i to se može detektovati velikim odstupanjem signala nule. Davač sile je u tom slučaju potrebno zameniti pošto može doći do značajne promene karakteristike. Naročito je velik rizik smanjenja nosivosti davača i sile kidanja davača, kao i smanjenje opsega nivoa oscilacija pri kojima može da se koristi davač.

(Relativna) sila kidanja F_b

Definiše se bilo kao relativna ili apsolutna veličina. Kao što i samo ime kaže, definiše granicu preko koje dolazi do loma davača.

Savet: obavezno pročitati savete za ugradnju davača u uputstvu za upotrebu davača sile gde se daju smernice kako obezbediti sistem ako dođe do loma davača sile.

(Relativno) dozvoljeni nivo oscilujuće sile F_{rb}

Relativno dozvoljeno opterećenje oscilujućom silom definiše opterećenje pri kom je davač sile otporan na zamorno opterećenje. Ova vrednost se obično definiše kao relativna veličina na osnovu nominalne sile. Uopšteno gledajući, dozvoljeno opterećenje oscilujućom silom je dato kao pik-pik vrednost, tj. kao razlika između maksimalne i minimalne sile. Davači sile se mogu opteretiti sa tom amplitudom dinamično i promenljivo. Na primer: davač pritisne i istezne sile ima nominalnu silu od 200 kN, a dozvoljen nivo oscilujuće sile je 100%. U ovom slučaju se davač može opteretiti između 0 i 200kN kao i između -100kN i 100kN neograničen broj puta (otpornost na zamor)

Više informacija na:

<http://www.trcpro.rs/dokumentacija/dokumentacija.html>



TRCpro d.o.o.

Preradovičeva 31,
21131 Petrovaradin, Srbija
tel: +381 (0) 21 6433774
faks: +381 (0) 21 6433824
www.trcpro.rs