

Laboratorijski prototip: Frekventno modulisani fiber-optički intenzimetrijski senzorski interogatorski sistem

Rukovodilac projekta: Dr Miloš Živanov

Odgovorno lice: MSc Bojan Dakić

Autori: Jovan Bajić, Dragan Stupar, Bojan Dakić, Miloš Slankamenac, Miloš Živanov

Razvijeno: U okviru projekata III43008 i III45003

Godina: 2012.

Kratak opis

Rad sa plastičnim optičkim vlaknima kao senzorima postaje sve zastupljeniji kako u oblasti istraživanja, tako i u oblasti primene senzora u najrazličitijim oblastima. Najčešći tip senzora baziranih na plastičnim optičkim vlaknima se zasniva na promeni intenziteta, te se javila potreba za realizacijom uređaja za merenje promene intenziteta svetlosti u plastičnom optičkom vlaknu koja se dešava usled promene neke fizičke veličine. Frekventno modulisani fiber-optički intenzimetrijski senzorski interogatorski sistem se sastoji od jednog fotodetektora i četiri izvora pravougaonog signala na četiri različite frekvencije. Signal sa fotodetektora se nakon osnovne hardverske obrade vodi na audio karticu računara gde se pomoću realizovane aplikacije vrši dalja obrada i filtriranje signala. Na računaru se primenom filtera propusnika učestanosti vrši razdvajanje signala na različitim frekvencijama. Na ovaj način je jednostavno, primenom frekventnog multipleksiranja, realizovan četvorokanalni uređaj, što mu daje primenu za simultano merenje sa više različitih senzora u najrazličitijim oblastima sensorike. Pored obrade signala na računaru se može vršiti i snimanje signala.

Tehničke karakteristike:

Radna temperatura: od 0°C do 50°C

Četiri izvora svetlosti - LED

Fotodetektor – fototranzistor

Rezolucija merenja: 16 bita

Povezivanje na računar preko audio kartice.

Tehničke mogućnosti:

Frekventno modulisani fiber-optički intenzimetrijski senzorski interogatorski sistem predstavlja uređaj za merenje intenziteta svetlosti u plastičnim optičkim vlaknima. Uređaj je projektovan za rad prvenstveno sa plastičnim optičkim vlaknima prečnika 1 mm, ali se jednostavno može prilagoditi i za rad sa drugim prečnicima plastičnih optičkih vlakana. Komunikacija sa računarom je ostvarena preko audio kartice, koja vrši A-D konverziju signala. Uređaj poseduje jedan fotodetektor i četiri izvora signala na četiri različite frekvencije. Primenom frekventnog multipleksiranja uređaj poseduje mogućnost simultanog merenja sa četiri različita senzora. Mogućnosti analize i obrade signala na računaru su otvorene za korisnika.

Realizator:

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije

Stanje u svetu

Optička vlakna se poslednjih godina sve više koriste kao osnova senzora i senzorskih sistema u metodama praćenja oštećenja strukture kompozitnih materijala u realnom vremenu. Postoje različite konfiguracije fiber-optičkih senzora (FOS) u zavisnosti od vrste optičkih vlakana koja se koriste kao i u zavisnosti od svetlosne veličine koja se menja tokom merenja.

Intenzitetni FOS se zasnivaju na promeni intenziteta svetlosti koja se vodi optičkim vlaknima od svetlosnog izvora prema mernom mestu i od mernog mesta prema fotodetektoru sa promenom merene veličine. Promena intenziteta može nastati ili usled nekog efekta u samom vlaknu kao što je naprezanje, oštećenje, savijanje, mikrosavijanje promena indeksa prelamanja omotača, ili usled apsorpcije, refleksije prelamanja svetlosti i slično, van optičkog vlakna. Prednost ovakvog senzorskog sistema je jednostavan dizajn i niska cena izrade.

Senzori bazirani na optičkim vlnama postaju sve zastupljeniji u svim oblastima primene. Takođe fiber-optički senzori su tema istraživanja svuda u svetu zbog svojih pogodnih osobina u odnosu na klasična i konvencionalna rešenja. Neke od prednosti fiber optičkih senzora su mogućnost multipleksnog merenja putem jednog optičkog vlakna, otporni su na koroziju i elektromagnetne smetnje, nisu električno aktivni, niska cena i mnoge druge.

Pošto na tržištu nismo našli uređaje ovakvog tipa za plastična optička vlakna odlučili smo se da pravimo prototip. Uređaji ovakvog tipa prodaju se za staklena optička vlakna gde su princip ubacivanja svetlosti u optičko vlakno i frekvencija svetlosti (talasna dužina) totalno drugačiji nego što je slučaj kod plastičnih optičkih vlakana. Razni merači snage koji se trenutno prodaju, uglavnom se isporučuju sa termalnim optičkim glavama i oni nisu pogodni za senzore sa plastičnim optičkim vlaknima jer je sa njima nemoguće meriti zbog velikog uticaja dnevne svetlosti. Takođe optičke glave koje se isporučuju sa konektorima, uglavnom su pravljene za staklena optička vlakna, pa ni u tom slučaju nije moguće koristiti sofisticirane uređaje namenjene staklenim vlaknima ili laserima za merenja sa plastičnim optičkim vlaknim. Uglavnom se uređaji ovakvog tipa sastoje od izvora svetlosti (LED ili laserska dioda) i odgovarajućeg fotodetektora.

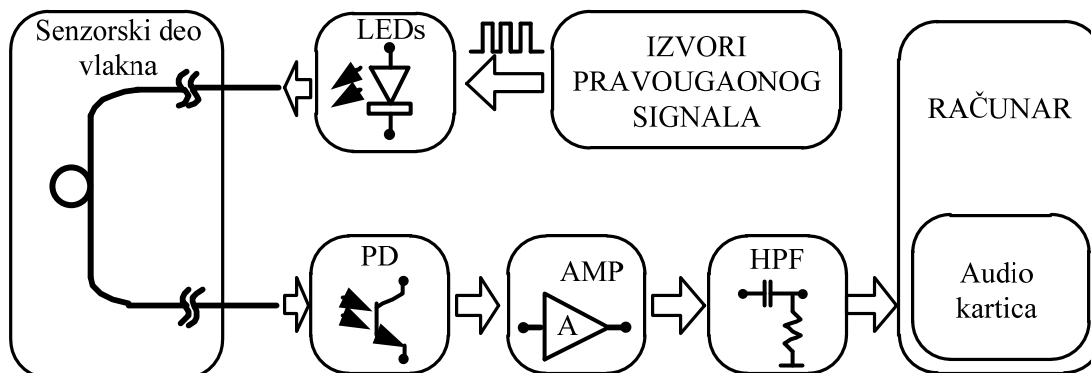
Glavna prednost ovog sistema je što nudi mogućnost simultanog merenja na četiri senzora primenom frekventnog multipleksiranja. Takođe uređaj odlikuje kompaktnost, niska cena i mogućnost primene u skoro najzahtevnijim intenziometrijskim fiber-optičkim senzorskim sistemima koji su bazirani na plastičnim optičkim vlaknima.

Konstrukcija uređaja -a

Frekventno modulirani fiber-optički intenziometrijski senzorski interogatorski sistem se sastoji od elektronskog (hardverskog) dela i odgovarajućeg softvera na računaru. Hardverski deo uređaja je realizovan bez upotrebe kontrolera i sastoji se od jednog fotodetektora (ulaza) i četiri izvora (izlaza) pravougaonog signala na četiri različite frekvencije. Umesto kontrolera A-D konverziju signala vrši audio kartica računara. Na ovaj način se znatno smanjuje cena uređaja. Na računaru se u odgovarajućem softveru vrši prikupljanje podataka sa audio kartice i razdvajanje signala na različitim frekvencijama primenom filtera propusnika učestanosti.

Hardverderski deo uređaja

Na slici 1. prikazana je funkcionalna blok šema frekventno modulisanog fiber-optičkog intenziometrijskog senzorskog interogatorskog sistema. Uređaj se sastoji od četiri izlaza (LED) i jednog ulaza (fotodetektora).



Slika 1. Blok šema hardverskog dela uređaja.

Uređaj možemo podeliti u nekoliko funkcionalnih celina:

- Sekcija za predaju optičkog signala
- Sekcija za prijem optičkog signala
- Sekcija za filtriranje optičkog signala
- Napajanje uređaja
- Sekcija za komunikaciju sa računarom

Sekcija za predaju, prijem i filtriranje optičkog signala

Predajno kolo

Na slici 2. je prikazana šema realizovanog optičkog predajnika. Uređaj je realizovan na takav način da se korisniku ostavlja izbor odgovarajućih LED potrebnih u određenoj aplikaciji. Diode se pobuđuju impulsno i to se vrši pomoću kola CD4093BC koje se sastoji od 4 NI kola sa Šmitovim komparatorom. Frekvencije pobuđivanja dioda su 1 kHz, 1.6 kHz, 3.5kHz i 5.2 kHz i mogu se nezavisno podešavati za svaku diodu pomoću trimmer koji se nalaze unutar kućista uređaja. Na ovaj način može se jednostavno ostvariti frekventni multipleks četiri signala. Za tranzistor koji pobuđuje LED diode izabran je bipolarni NPN tranzistor BC546. Otpornici R3 i R4 određuju struju kroz diodu, a samim tim i jačinu svetlosti diode. Uređaj poseduje četiri optička izlaza i svi izlazi su relaizovani na isti način kao na slici 2.

Prijemno kolo

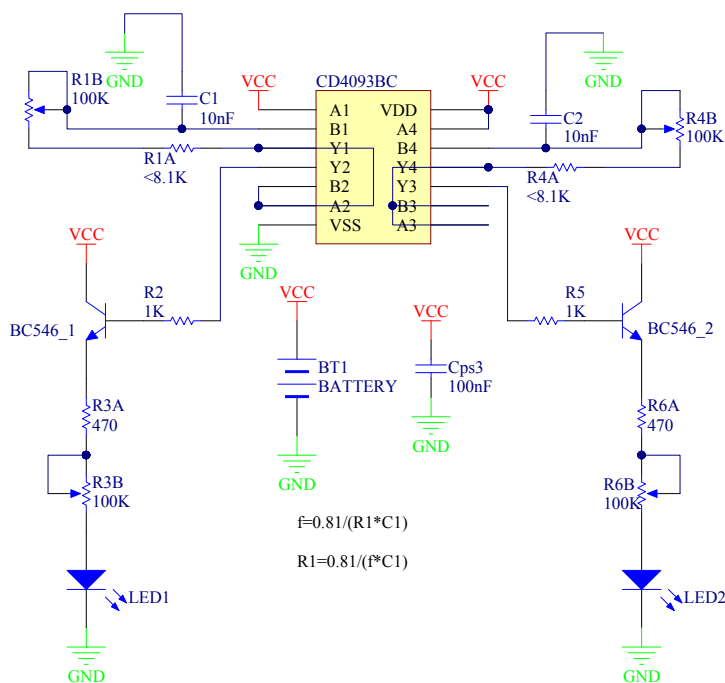
Na slici 3. je prikazana šema realizovanog prijemnika. Uređaj je realizovan na takav način da se korisniku ostavlja izbor odgovarajućeg fotodetektora potrebnog u određenoj aplikaciji (fotodioda, fototranzistor,...).

Pojačavački i filtarski deo

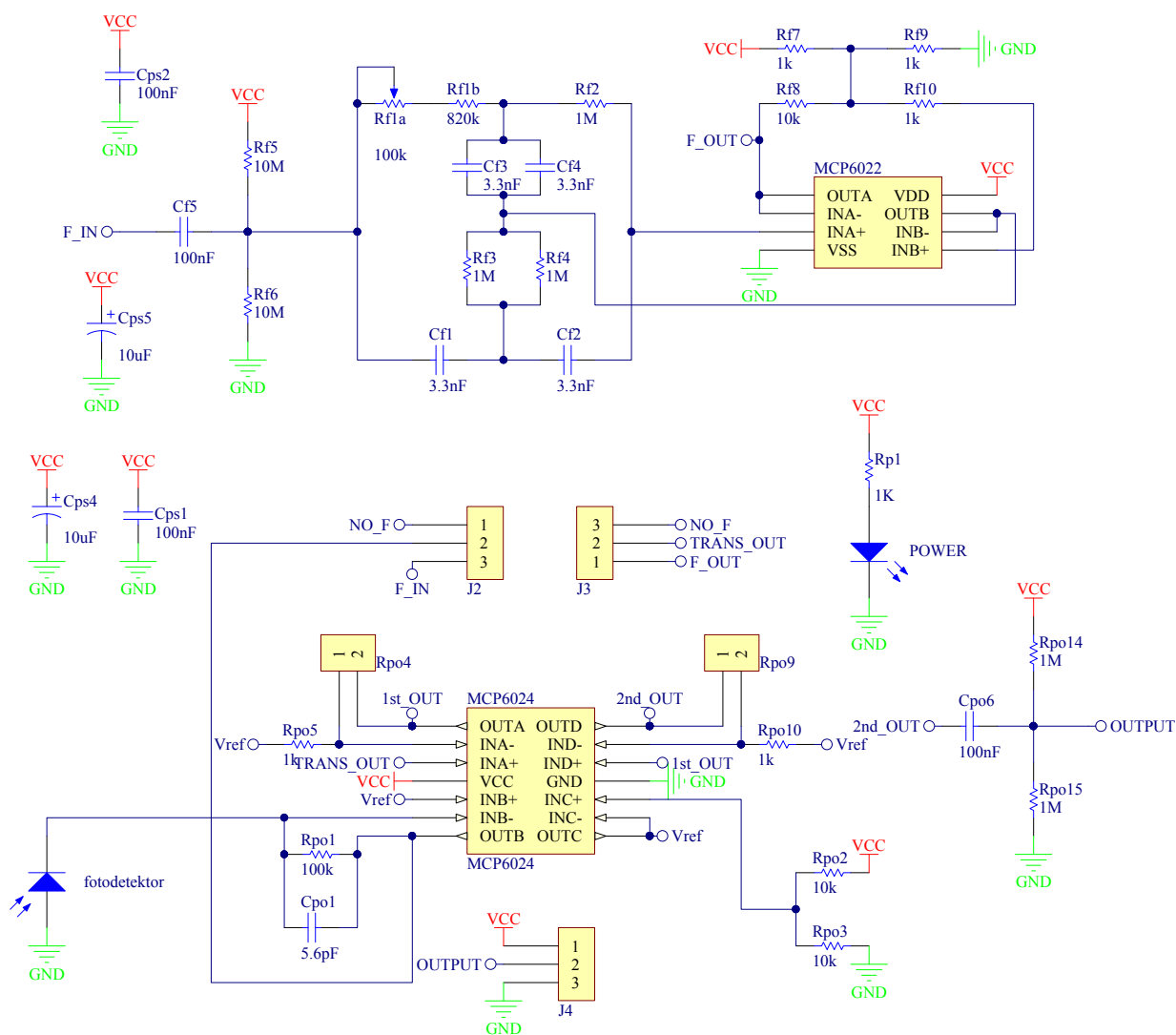
Za realizaciju pojačavača i aktivnih filtara korišćeni su operacioni pojačavači. Kao operacioni pojačavač je izabrano integrisano kolo MCP6024. Ovo kolo sadrži četiri operaciona pojačavača od kojih jedan koristi kao transimpedansi pojačavač, jedan kao izvor referentnog napona ($V_{CC}/2$) i dva u konfiguraciji operacionog pojačavača. Da bi se u što većoj meri potisnuo šum na 50Hz primenom operacionog pojačavača MCP6022 realizovan je butstrep „twin T“ filter nepropusnik osega učestanosti. Kondenzator Cf5 (Cpo6) i otpornik Rf5 i Rf6 (Rpo14 i Rpo15) predstavljaju filter propusnik visokih frekvencija, čija je uloga da izbaci jednosmernu komponentu. Nakon pojačanja i filtriranja signal se dalje vodi na audio karticu računara u cilju A-D konverzije.

Napajanje

Celokupan uređaj se napaja sa 5V.



Slika 2. Šema optičkog predajnog kola.



Slika 3. Šema optičkog prijemnog kola.

Kućiče laboratorijskog prototipa

Laboratorijski prototip je upakovan u kompaktno plastično kućište dimenzija 12 cm x 6 cm x 3.5 cm (dužina x širina x visina). Indikaciona zelena LED pečnika 5 mm se nalazi na prednjoj strani kutije i ona svetli kada je uređaj uključen. Na kućištu se nalazi četiri potencijometra za podešavanje inteziteta osvetljenja LED i jedan poteciometar za kontrolu pojačanja prijemnog kola fotodetektora.

Softverski deo uređaja

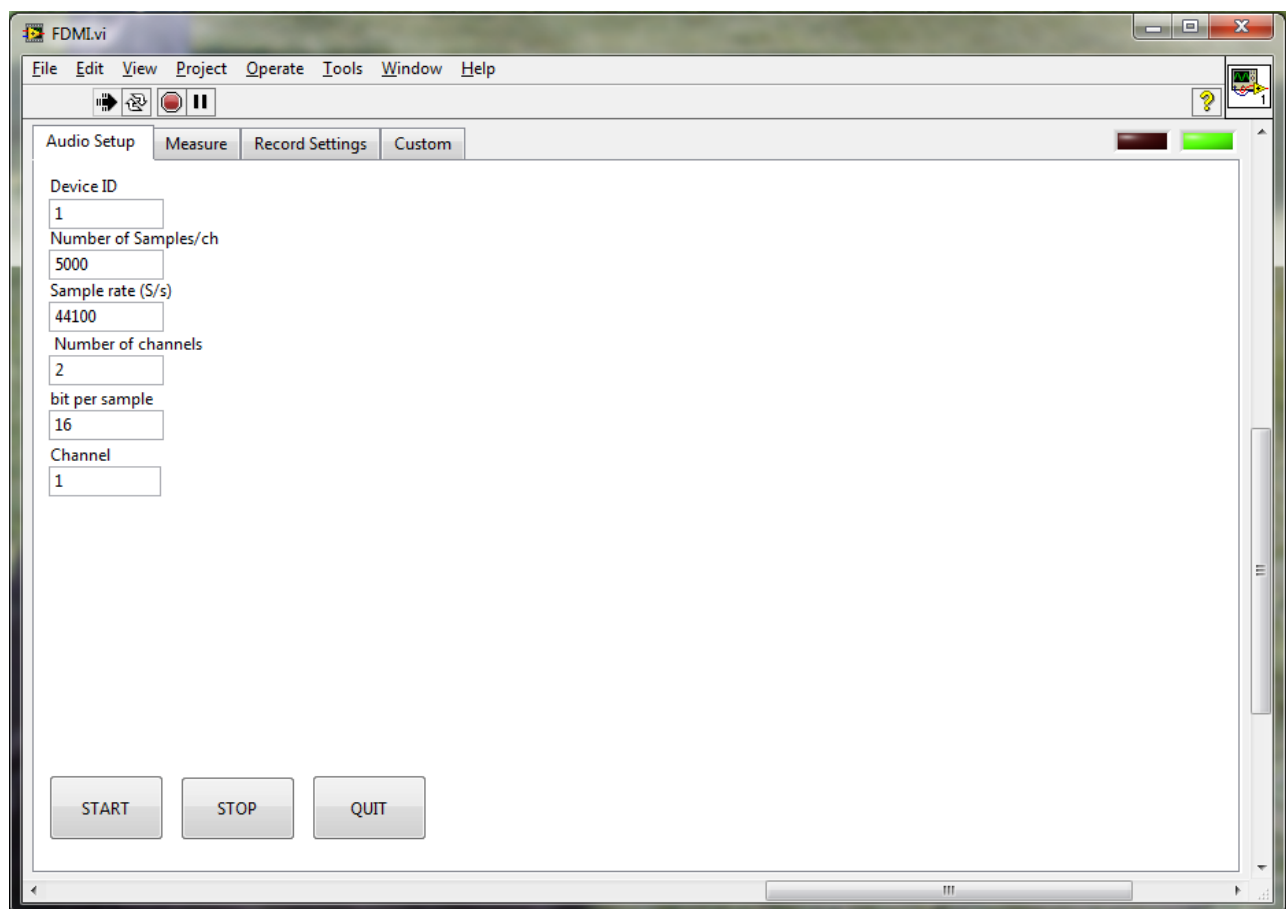
Na slici 1. prikazana je funkcionalna blok šema softvera frekventnog modulisanog fiber-optičkog intenziometrijskog senzorskog interogatorskog sistema.

Glavni delovi softvera IFOSIS su:

- modul za podešavanje parametara akvizicije podataka,
- modul za merenje i prikaz signala,
- modul za snimanje signala.

Modul za podešavanje parametara akvizicije podataka

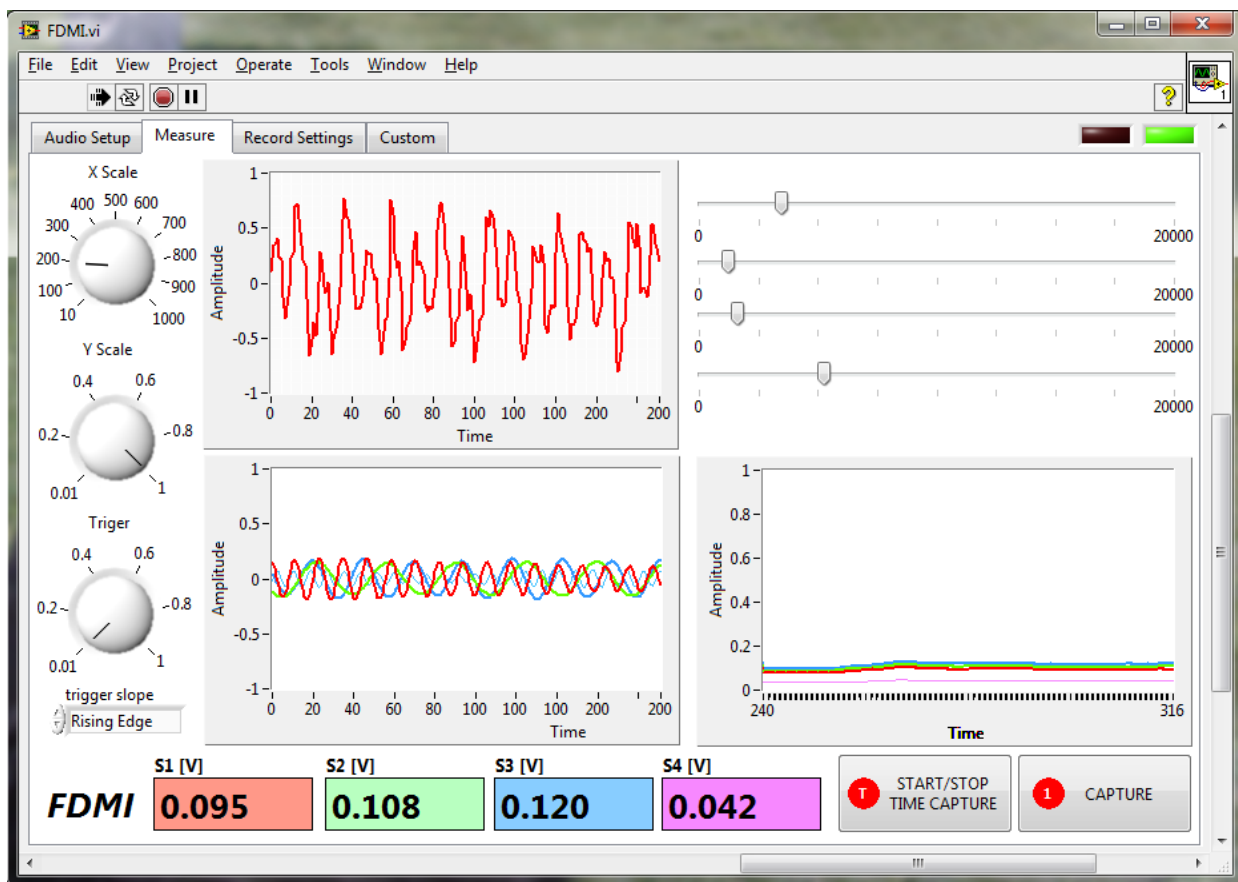
Na slici 4 prikazan je izgled prozora za podešavanje parametar akvizicije podataka. Pre početka merenja potrebno je izabrati odgovarajuću audio karticu (Device ID), broj semplova po kanalu, brzinu odabiranja, broj bitova po kanalu i broj kanala. Nakon podešavanja pomenutih parametara pritiskom na start taster aktivira se A-D konverzija i merenje signala.



Slika 4. Izgled prozora modula za serijsku komunikaciju.

Modul za merenje i prikaz signala

Softverski modul koji vrši merenje signala je realizovan sa grafičkim i numeričkim prikazom signala standardnim funkcijama za prikaz signala koji nudi LabVIEW.



Slika 5. Izgled prozora za merenje signala.

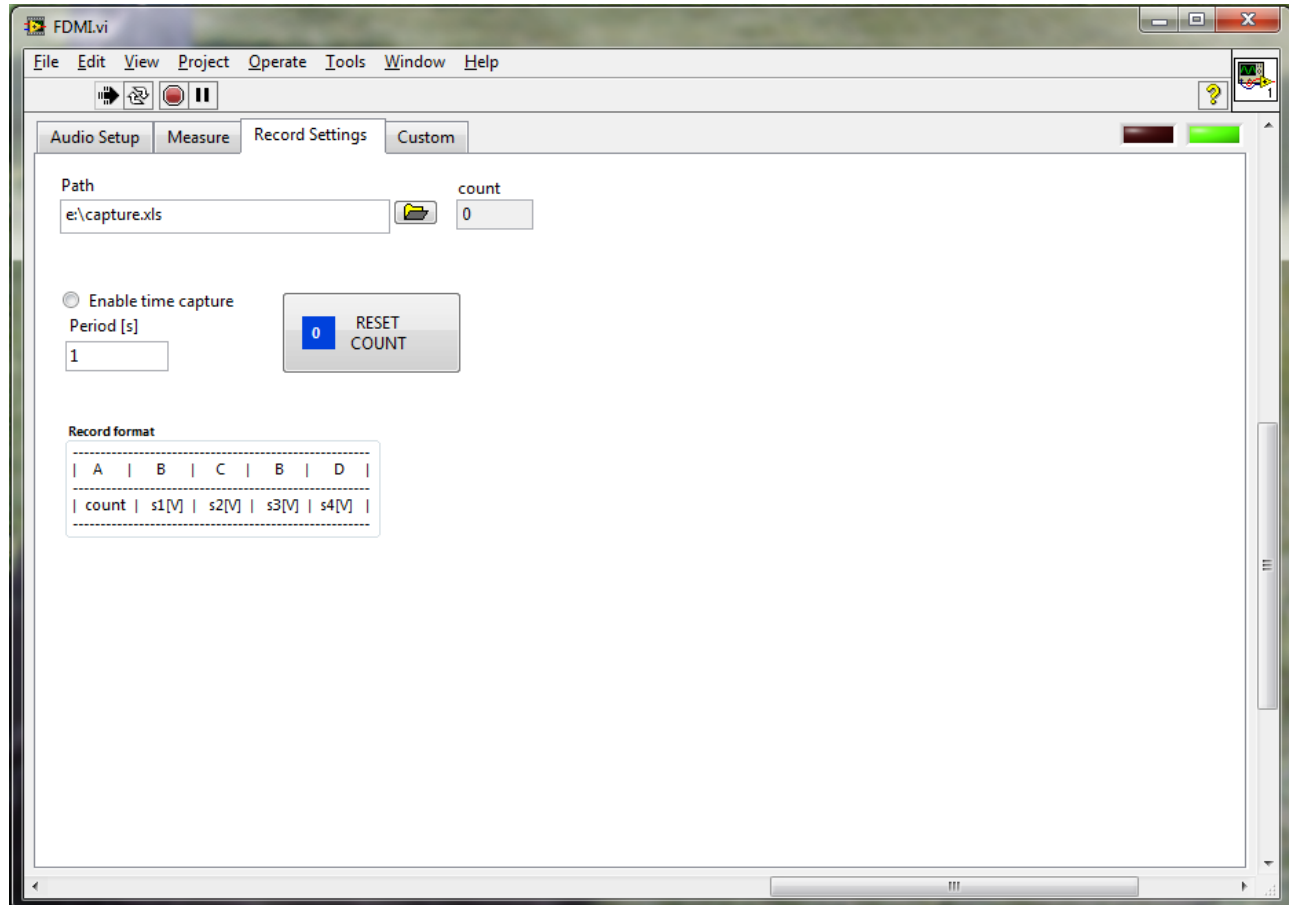
Grafički prikaz signala je realizovan tako da bude sličan prikazu na osciloskopu. Moguće je podešavati vremensku bazu (X Scale), maksimalnu vrednost amplitude na Y osi sa Y Scale pa je moguće meriti signal uveličati i prikazati ga da se vidi preko celog ekrana. Takođe moguće je podešavati i prag okidanja (Triger) kao i na osciloskopu. Na gornjem grafu se prikazuje celokupan signal prikupljen sa audio kartice a na donjem grafu se prikazuju signali na različitim frekvencijama razdvojeni primenom filtera propusnika učestanosti. Pošto uređaj poseduje četiri optička izlaza frekventno multipleksirana na grafu se prikazuju ukupno četiri signala, za svaku od frekvencija. Pored grafičkog prikaza signala postoji i numerička indikacija amplitude signala za sva četiri signala. Takođe ovde je moguće podešavati i centranlu učestanost za sva četiri filtera propusnika učestanosti. Sva merenja se vrše direktno u softveru.

U desnom donjem uglu prozora za merenje signala se nalaze tasteri CAPTURE i START/STOP TIME CAPTURE koji služe za snimanje merenog signala. CAPTURE služi da se trenutni signal koji je prikazan na grafu za prikazu signala snimi u datoteku tabelarnog tipa (.xls).

Modul za snimanje i prikaz signala

Snimanje signala se vrši u datoteku tabelarnog tipa sa dve mogućnosti trenutnog i vremenskog snimanja kao što je opisano u delu modula za merenje signala. Na slici 5. Je prikazan izgled prozora za podešavanje signala. Na ovom prozoru se podešava putanja i ime datoteke u koju se upisuju

mereni podaci. Takođe broj snimljenih podataka je prikazan sa COUNT. Vremensko snimanje je moguće podesiti na određeni vremenski period ENABLE TIME CAPTURE. Ukoliko želimo da presnimimo podatke i izvršimo ponovna merenja. U ovom prozoru je dat i format snimanja podataka u datoteci.



Slika 6. Izgled prozora za podešavanje snimanja signala.

Mogućnosti softvera

Osnovna funkcija programa je da omogući uređaju dodatne funkcije. Dodatne mogućnosti su praćenje i snimanje signala u realnom vremenu kao i mogućnost njegove dalje obrade bilo online ili offline. Zapis koji se snima u softveru IFOSIS je izabran tako da bude kompatibilan sa Microsoft EXCEL tabelarnim tipom datoteke XLS.

Unapređenje uređaja

Realizovani uređaj svojim karakteristikama zadovoljava mnoge primene iz oblasti senzorike sa optičkim vlaknima. Sa uređajem je moguće vršiti simultana merenja na četiri različita senzora frekvencijskim multipleksom. Moguća je primena standardizovanih konektora u cilju proširivanja mogućnosti uređaja novim modulima.

Tehnički podaci

- Četiri izlaza (izvora)
- Jedan ulaz (detektor)
- frekvencijski multipleks sa četiri kanala
- 16-bitna A/D konverzija
- Komunikacija sa računarom preko audio kartice

Laboratorijski prototip digitalni IFOSIS je upakovan u plastičnu kutiju dimenzija 12 cm x 6 cm x 3.5 cm (dužina x širina x visina). Na slici 7. je prikazan fizički izgled realizovanog laboratorijskog prototipa.



Slika 7. Fotografija laboratorijskog prototipa.

Na kućištu se nalaze četiri potencimetra za podešavanje inteziteta osvetljenja LED i jedan poteciometar za kontrolu pojačanja prijemnog kola fotodetektora. Sa desne bočne strane uređaja nalazi se konektor za priključenje napajanja.

Sa prednje strane uređaja (slika 8) nalazi se konektor za povezivanje fotolemenata (LED i fotodetektora), dok se sa zadnje strane (slika 9) nalazi konektor za napajanje i izlazni konektor za priključenje na audio karticu računara.



Slika 8. Prednja strana uređaja.



Slika 9. Zadnja strana uređaja.

Primena

Laboratorijski prototip frekventno modulisani fiber-optički intenzimetrijski senzorski interogatorski sistem se uspešno primenjuje na katedri za elektroniku Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu. Primenjujući ovaj uređaj istraživači katedre za elektroniku su objavili mnoštvo naučnih i stručnih radova sa raznim vrstama fiber-optičkih senzora. Potrebe koje su dolazile istraživanjem dovele su opisani uređaj u stanje u kakvom se sada nalazi, i može se reći da primena ovog uređaja može biti univerzalna za bilo koji intenzimetrijski senzor fiber-optičkog tipa.

Tehničke karakteristike

Radna temperatura: od 0°C do 50°C

Broj kanala: 4 kanala

Multipleksiranje: FDM

Rezolucija merenja signala: 16-bitna

Komunikacija sa računarom: analogna preko audio kartice

Opšti radni uslovi

Naziv parametra	Jedinica	Referentni uslovi	Radni uslovi	Granični uslovi
Temperatura	°C	20±1	od 0 do 50	od -20 do 60

Frekventno modulisani fiber-optički intenzimetrijski senzorski interogatorski sistem je razvijen od strane Fakulteta tehničkih nauka iz Novog Sada u okviru projekta III43008: „Razvoj metoda, senzora i sistema za praćenje kvaliteta vode, vazduha i zemljišta“ i III45003: „Optoelektronski nanodimenzioni sistemi – put ka primeni“.

Štampano – Januar 2013.

RECENZIJA Tehničkog rešenja

Frekventno modulisani fiber-optički intenzimetrijski senzorski interogatorski sistem
Autora: Jovan Bajić, Dragan Stupar, Bojan Dakić, Miloš Slankamenac, Miloš Živanov

OPŠTI PODACI

Predloženi frekventno modulisani intenzimetrijski fiber-optički senzorski interogatorski sistem se sastoji od jednog fotodetektora i četiri izvora pravougaonog signala na četiri različite frekvencije. Signal sa fotodetektora se nakon osnovne hardverske obrade vodi na audio karticu računara gde se pomoću realizovane aplikacije vrši dalja obrada i filtriranje signala. Na računaru se primenom filtera propusnika učestanosti vrši razdvajanje signala na različitim frekvencijama. Na ovaj način je jednostavno, primenom frekventnog multipleksiranja, realizovan četvorokanalni uređaj, što mu daje primenu za simultano merenje sa više različitih senzora u najrazličitijim oblastima sensorike. Pored obrade signala na računaru se može vršiti i snimanja signala.

Tehničke karakteristike:

Tehničko rešenje koje predlažu autori „Frekventno modulisani fiber-optički intenzimetrijski senzorski interogatorski sistem“ razmatra jedan od bitnih sistema za merenja sa plastičnim optičkim vlaknima. Predloženo rešenje ima veoma veliku primenu kod senzora i senzorskih sistema koji su bazirani na promeni intenziteta u optičkom vlaknu. Tehničke karakteristike predloženog uređaja su:

- Radna temperatura: od 0°C do 50°C
- Četiri izvora svetlosti - LED
- jedan fotodetektor – fototranzistor
- Rezolucija merenja: 16 bita
- Povezivanje na računar preko audio kartice.

Autori su predloženi uređaj razvili za potrebe istraživanja na III projektu za razvoj senzora i senzorskih sistema baziranih na plastičnim optičkim vlaknima. Autori su publikovali nekoliko radova koristeći predloženi prototip kao merni sistem.

Tehničke mogućnosti:

Predloženi frekventno modulisani fiber-optički intenzimetrijski senzorski interogatorski sistem predstavlja uređaj za merenje intenziteta svetlosti u plastičnim optičkim vlaknima. Uređaj je projektovan za rad sa plastičnim optičkim vlaknima. Komunikacija sa računarom je ostvarena preko audio kartice, koja vrši A-D konverziju signala. Uređaj poseduje jedan fotodetektor i četiri izvora signala na četiri različite frekvencije. Primenom frekventnog multipleksiranja uređaj poseduje mogućnost simultanog merenja sa četiri različita senzora. Mogućnosti analize i obrade signala na računaru su otvorene za korisnika.

MIŠLJENJE RECENZENTA

Tehničko rešenje laboratorijski prototip „Frekventno modulisani fiber-optički intenzimetrijski senzorski interogatorski sistem“ je razvijeno i testirano u laboratoriji za optoelektroniku katedre za elektroniku Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Ovo tehničko rešenje proisteklo je iz rada na dva projekta integralnih i interdisciplinarnih istraživanja pod nazivom „Razvoj metoda, senzora i sistema za praćenje kvaliteta vode, vazduha i zemljišta“ pod šifrom III43008 i

„Optoelektronski nanodimenzioni sistemi – put ka primeni“ pod šifrom III45003, koje je finansiralo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

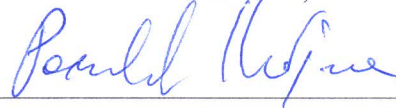
Tehničko rešenje „Frekventno modulisani fiber-optički intenziometrijski senzorski interogatorski sistem“ predstavlja originalno rešenje autora u kome su primenjeni savremeni metodi za obradu i merenje signala.

Na osnovu prethodno izloženog preporučujem Naučno-nastavnom veću Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu da prijavljeno tehničko rešenje – laboratorijski prototip „Frekventno modulisani fiber-optički intenziometrijski senzorski interogatorski sistem“ prihvati kao:

Tehničko rešenje – Laboratorijski prototip (M85).

Novi Sad 15.01.2013. godine

Recenzent,



Dr Nebojša Romčević, naučni savetnik
Institut za fiziku
Univerzitet u Beogradu



RECENZIJIA

Tehničkog rešenja

Frekventno modulisani fiber-optički intenziometrijski senzorski interogatorski sistem

Autori: Jovan Bajić, Dragan Stupar, Bojan Dakić, Miloš Slankamenac, Miloš Živanov

Opšti podaci

Frekventno modulisani intenziometrijski fiber-optički senzorski interogatorski sistem se sastoji od jednog fotodetektora i četiri izvora pravougaonog signala na četiri različite frekvencije. Signal sa fotodetektora se vodi na personalni računar gde se vrši dalja obrada signala. Nakon računarske obrade vrši se razdvajanje signala na različitim frekvencijama. Realizovani uređaj frekventno multipleksira signale što mu omogućava simultano merenje sa više različitih senzora. Na ovaj način uređaj može da se primenjuje za različita merenja što ga čini pogodnim za istraživački rad. Obradeni signali se mogu snimiti na računar i ukoliko postoji potreba može se dalje obrađivati.

Tehničke karakteristike

Predloženo tehničko rešenje „Frekventno modulisani fiber-optički intenziometrijski senzorski interogatorski sistem“ predstavlja jedan od bitnih akvizicionih sistema za merenje sa plastičnim optičkim vlaknima. Tehničko rešenje ima veliku primenu kod senzora koji su bazirani na promeni intenziteta u plastičnom optičkom vlaknu. Tehničke karakteristike predloženog uređaja su:

- Radna temperatura: od 0°C do 50°C
- Četiri izvora svetlosti - LED
- Jedan fotodetektor – fototranzistor
- Rezolucija merenja: 16 bita
- Povezivanje na računar preko audio kartice.

Predloženi uređaj je razvijen za potrebe istraživanja na III43008 i III45003 projektu za razvoj senzora i senzorskih sistema baziranih na plastičnim optičkim vlaknima. Tehničko rešenje je služilo za merenje signala, a rezultati merenja su publikovani u nekoliko naučnih radova.

Tehničke mogućnosti

Frekventno modulisani fiber-optički intenziometrijski senzorski interogatorski sistem predstavlja uređaj za merenje intenziteta svetlosti u plastičnim optičkim vlaknima. Tehničko rešenje se primenjuje za merenje intenziteta svetlosti u plastičnim optičkim vlaknima. Interfejs sa računarom je ostvarena preko audio kartice. Audio kartica vrši A-D konverziju signala. Tehničko rešenje poseduje jedan fotodetektor i četiri izvora signala na četiri različite frekvencije. Frekventnim multipleksiranjem uređaj je u mogućnost simultanog merenja sa četiri različita senzora. Signal sa uređaja je moguće obrađivati na računaru u zavisnosti od konkretne primene.

MIŠLJENJE RECENZENTA O TEHNIČKOM REŠENJU

Tehničko rešenje „Frekventno modulisani fiber-optički intenzimetrijski senzorski interogatorski sistem“ je razvijeno i testirano u laboratoriji za optoelektroniku katedre za elektroniku Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Rešenje je nastalo radom autora na dva projekta integralnih i interdisciplinarnih istraživanja pod nazivom „Razvoj metoda, senzora i sistema za praćenje kvaliteta vode, vazduha i zemljišta“ pod šifrom III43008 i „Optoelektronski nanodimenzioni sistemi – put ka primeni“ pod šifrom III45003, koje je finansiralo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

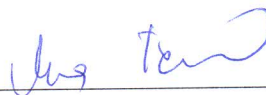
Tehničko rešenje „Frekventno modulisani fiber-optički intenzimetrijski senzorski interogatorski sistem“ izdvaja se svojom originalnošću i primenom savremenih metoda za obradu i merenje signala. Pošto nije ograničen na jednu primenu, uređaj je primenjiv u različitim situacijama gde se menja intenzitet svetla u plastičnom optičkom vlaknu.

Na osnovu prethodno izloženog preporučujem Naučno-nastavnom veću Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu da prijavljeno tehničko rešenje „Frekventno modulisani fiber-optički intenzimetrijski senzorski interogatorski sistem“ prihvati kao:

Tehničko rešenje – Laboratorijski prototip (M85).

U Novom Sadu 15.01.2013. godine

Recenzent



Dr Mira Terzić, redovni profesor
Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet
u Novom Sadu



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndeap@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2013-01-30

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 4. редовној седници одржаној дана 30.01.2013. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 15.1.30.: Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње / верификација нових техничких решења

Одлука

На основу позитивног извештаја рецензената верификује се
техничко решење (М85) под називом:

ФРЕКВЕНТНО МОДУЛИСАНИ ФИБЕР – ОПТИЧКИ ИНТЕНЗИОМЕТРИЈСКИ СЕНЗОРСКИ ИНТЕРОГАТОРСКИ СИСТЕМ

Аутори техничког решења: Јован Бајић, Драган Ступар, Бојан Дакић, др Милош Сланкаменац, проф. др Милош Живанов.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Раде Дорословачки