Hőmérsékletmérés nagyfeszültségű környezetben

Előzmények

A hőmérsékletmérésnek számtalan formáját fejlesztette ki az ipar kutatási és minőségellenőrzési célokra, ám az e-mobilitás további fejlesztéseket tesz szükségessé, amelynek egyik eredménye az FBG (*Fiber Bragg Grating*) technológián alapuló imc CANSASfdx-FBG-T8 modul, melyet ez a cikk mutat be.

A modul fejlesztését egyik stratégiai partnerünk kérésére indítottuk el, együttműködésben a száloptikai méréstechnológiában jártas fos4X GmbH-val. Az új mérési módszer kidolgozására azért volt szükség, mert a partnerünk által fejlesztett állandó mágneses szinkrongépek élettartama erősen függ a belső hőmérsékletektől, amelyet a motor tekercselésében kell mérniük a prototípustesztek során. Próbálkoztak klasszikus hőelemes méréssel (K és T típusokkal), de több probléma is felmerült, amelyet a technológiából adódóan nem tudtak kiküszöbölni:

- A hajtás invertere által keltett elektromágneses zaj nagyságrendekkel nagyobb volt, mint a hőelemek jele (50 mV zajszint a 40 µV / °C jelszinttel szemben), ezért a mérési eredmények nem voltak értékelhetőek.
- A rendszer nagyfeszültségű, ezért nagyszigetelésű hőelemek voltak szükségesek, amelyek kábelei vastagok és nehezen kezelhetőek.
- Hiába rendelkeznek szigetelt kábelekkel a hőelemek, a galvanikus leválasztás nem teljes, ezért a mérőrendszer érintésvédelmi szempontból nagyfeszültségűnek számít, amely további munkavédelmi kérdéseket vet fel.

Ezek a problémák a hőmérséklet elektromos úton történő méréséből adódtak, ezért merült fel az ötlet, hogy más elven, optikai úton kellene a hőmérsékletet mérhetővé tenni. Erre a célra azonban az FBG technológia már korábban megoldást talált, vagyis "csak" alkalmazás specifikus FBG modult kellett létrehoznunk, amely könnyen integrálható a már rendelkezésre álló tesztpad automatizálási rendszerbe.

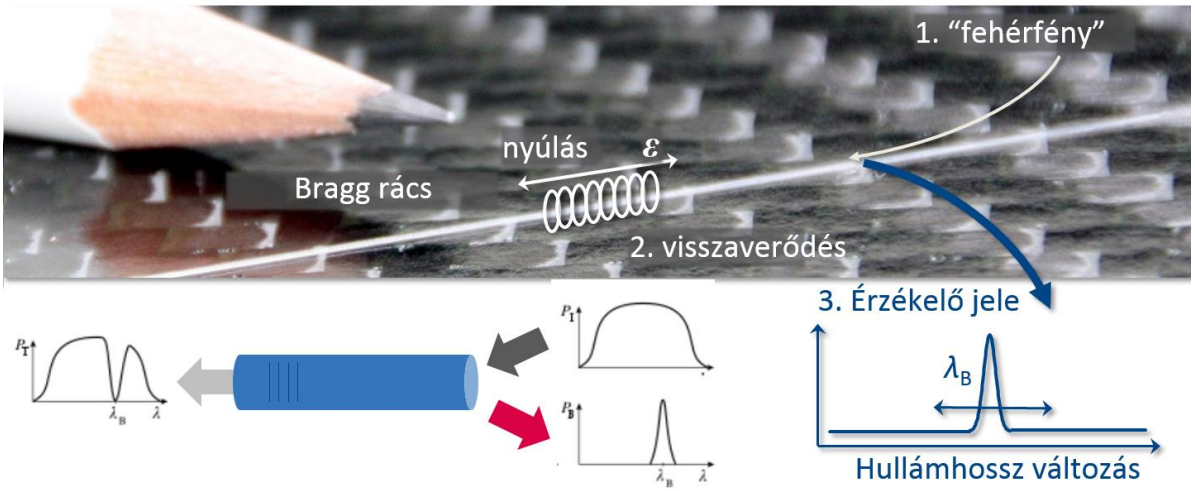
imc CANSASfdx-FBG-T8 - Bragg-rács technológián alapuló mérőmodul

1. ábra FBG érzékelő

A technológiát Bragg angol fizikusokról (apa **William Henry Bragg** és fia **William Lawrence Bragg**) nevezték el. Az imc által szabadalmaztatott FBG érzékelőkialakítás egy-törésmutatójú fényvezető szálra alapszik (single-mode optic fiber), amelybe egy optikai Bragg-rácsot égetnek. Ezt a szálat egy rendkívül vékony üveg kapilláris házba integrálják, amelynek átmérője kisebb, mint 1 mm, ezért rendkívül gyorsan reagál a hőmérsékletváltozásra és a legkisebb helyekre is beépíthető.

Az érzékelőt tartalmazó optikai szálba fehérfényt bocsájt a mérőmodul, amelynek csak adott hullámhosszúságú komponensét veri vissza a szűrőként és tükörként működő Bragg-rács. A visszaverődő fény hullámhossza a rács elemeinek egymástól mért távolságától függ, amely hőmérséklet hatására megváltozik az üvegszál hőtágulásának köszönhetően. Az üvegszál nyúlása és a hőmérsékletváltozás kapcsolata egy karakterisztikus polinommal írható le. Az imc által forgalmazott érzékelők külön kalibrációval és a műszer konfigurációja során az imc CANSAS szoftverbe importálható

karakterisztikus polinommal rendelkeznek. A karakterisztikus polinom együtthatóit digitálisan küldjük meg ügyfeleinknek a kalibrációs bizonyítvánnyal együtt.



2. ábra FBG érzékelő elvi működése

A mérőkártya tulajdonságai

A mérőkártyát az imc CANSAS platformon valósítottuk meg, amelynek lényege, hogy analóg bemenetek jeleit CAN busz interfészen továbbítja.

A száloptikai **imc CANSASfdx-FBG-T8** CAN busz kimenetű mérőmodul biztonságosabbá és egyszerűbbé teszi a hőmérsékletmérést nagyfeszültségű környezetben. Az optikai működési elvnek köszönhetően a mérési pont és a műszer galvanikusan le van választva, ami érintésvédelmi szempontból teljes biztonságot kínál. A 8 db bemenethez csatlakoztatott speciális FBG érzékelők bármilyen feszültségszintű pontra felhelyezhetőek.

3. ábra imc CANSASflex-FBG-T8

A technológia annyiban hasonlít a hőelemes megoldásokhoz, hogy az érzékelőnek érintkeznie kell a mért felülettel. Az érzékelő szabad állapotban törékeny, ezért ajánlott a felületre történő ragasztása, amelyhez az adott anyagnak és működési körülményeknek megfelelő ragasztót kell választani. Általánosságban javasoljuk az epoxi alapú ragasztókat (pl.: EpoTek 920 / T7110-38 / T905BN-4 vagy hasonlók).

Hogyan érdemes az érzékelőt egy villanymotor tekercselésébe beépíteni?

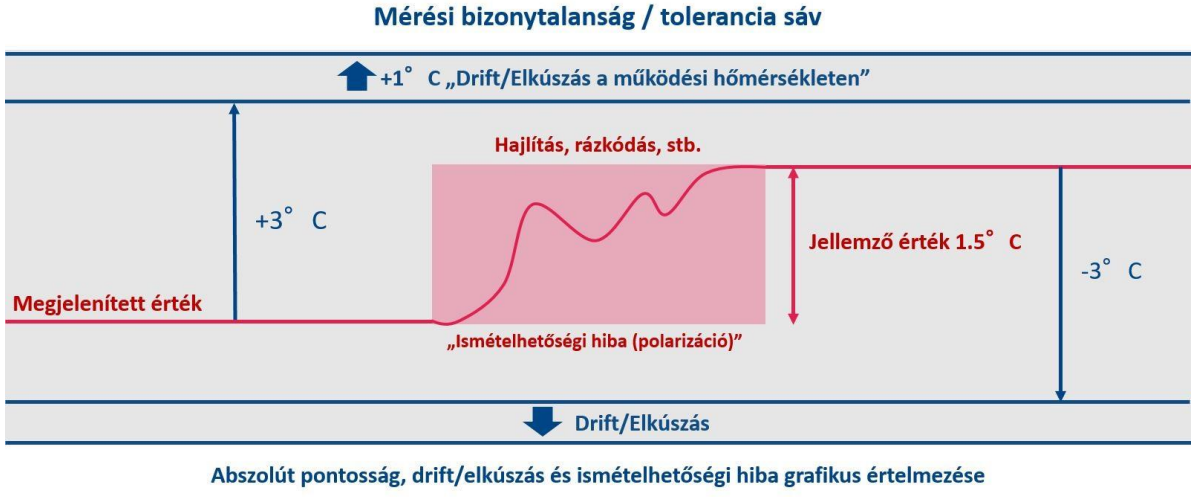
Villanymotor tekercselésében végzett mérésekhez az xxs méretű (0,5 mm átmérőjű) érzékelő használatát javasoljuk, ugyanis reakcióideje jóval alacsonyabb, 0,2 s. Az érzékelő merev üvegkapillárisát a tekercselés vezetékeinek irányával párhuzamosan kell beépíteni, mert így kevesebb a mechanikai feszültség és csökken annak a lehetősége, hogy a rézvezetékek megsértsék vagy elvágják az érzékelő üvegszálvezetékét. Amennyiben az érzékelő áthelyezése szükséges, először győződjön meg arról, hogy a szenzor "kiszabadult" a ragasztóból vagy egyéb rögzítésből és csak ezt követően, különös óvatossággal húzza ki a vezetéket. Ez azért fontos, mert a hőmérséklet hatására az érzékelő megnyúlik, amely a Bragg-rács elemeinek elmozdulását eredményezi. Az elmozdult rácsszerkezet által visszavert fény hullámhossza arányos a mérési pont hőmérsékletével.

Műszaki paraméterek:

- 8 db galvanikusan leválasztott, optikai hőmérsékletmérő csatorna
- Hőmérsékletmérés: **-40°C… +190°C (működőképes max. 220°C)**
- 1 kHz mintavételi frekvencia / 100 Hz jelsávszélesség
- Válaszidő: 0.5 mm érzékelő átmérő esetén: 0.2 s, 1.5 mm érzékelő átmérő esetén: 1.5 s
- Pontosság: +/- 3 C°
- CAN busz kimenet
- Tápfeszültség 10-50 Vdc

A modul az ingyenes imc CANSAS szoftverrel konfigurálható egy USB/CAN adapteren keresztül. A szoftver lehetőséget biztosít a hőmérsékletmérő csatornák és a CAN busz interfész beállításainak módosítására, mentésére, exportálására, illetve későbbi importálására *.dbc formátumban.

Mérési pontosság:



4. ábra imc CANSASflex-FBG-T8 mérési hibahatárai

Az FBG-T8 modul lehetővé teszi a mérést olyan helyeken, ahol eddig erre nem volt biztonságos megoldás, azonban a technológiából adódóan mérési bizonytalansága magas, +/- 3°C. A modul mérési bizonytalanságának fő komponensei az ismételhetőségi hiba és a drift. Ezért a magas bizonytalanságért a parazita polarizáció jelensége a felelős, amely mozgatás, rázkódás és az üvegszál hajlítása közben léphet fel. **A jel látványosan odébb ugorhat, de annak mértékét az adatlapon szereplő +/- 3°C már tartalmazza, további bizonytalanságot nem vezet be a mérésbe.** A jelenség elkerülése érdekében érdemes az üvegszálat megfelelően rögzíteni ragasztószalaggal (pl. "Duct Tape").

Modul előnyei:

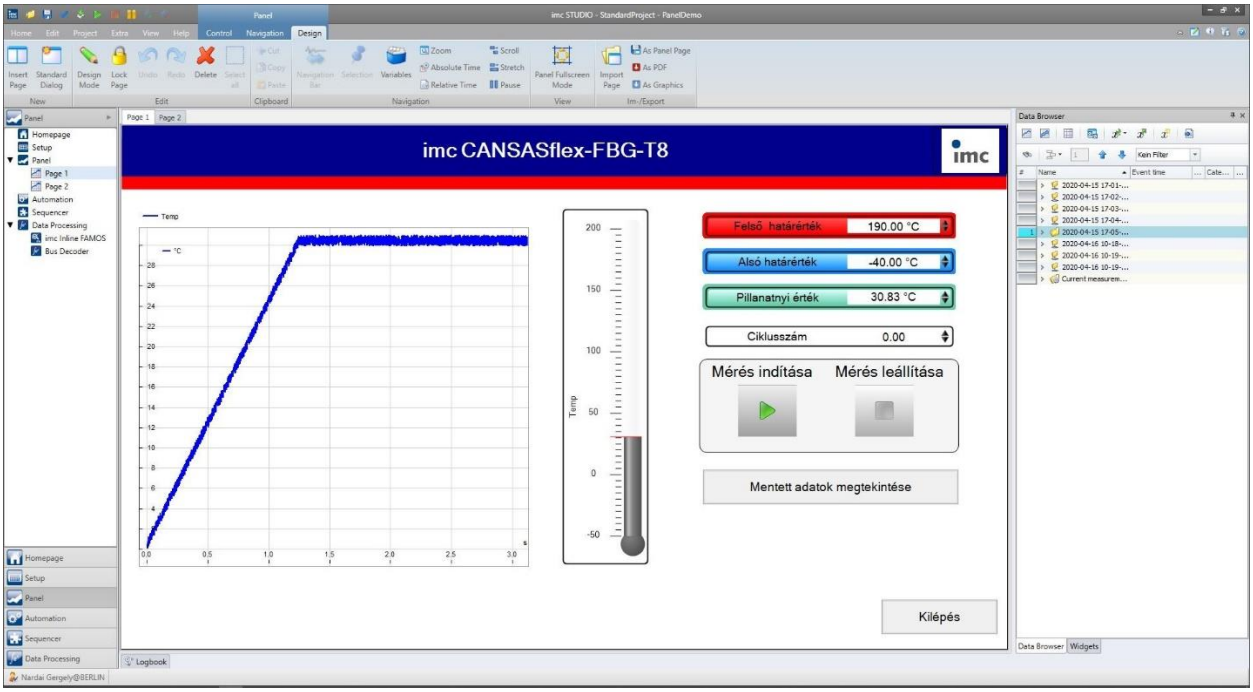
- Biztonságos: teljes galvanikus leválasztásnak köszönhetően a mérőrendszer nem tekinthető a nagyfeszültségű rendszer részének
- Elektromágneses zavarokkal szemben immunis
- Hajlékony optikai kábel, könnyen kezelhető kis kábelkeresztmetszetek
- Alkalmas villanymotor tekercselésekben végzett mérésekre
- Felhasználóbarát szoftverfelület
- A CAN busz interfésznek köszönhetően könnyen integrálható más rendszerekbe

Komplett mérőrendszer imc eszközökből

Az **imc CANSASfdx-FBG-T8** modul házkialakítása lehetővé teszi, hogy egyéb CANSAS modulokkal, illetve imc BUSDAQflex adatgyűjtő rendszerrekkel összeépítsük. Az imc BUSDAQflex rendszerrel önálló, PC független mérések valósíthatóak meg, amelyek során az adatok hálózati meghajtóra vagy a cserélhető CF kártyára menthetőek.

5. ábra imc BUSDAQflex és imc CANSASflex modulok összeépítve

A imc BUSDAQflex rendszert imc STUDIO szoftverrel használva egyéni felhasználói felületet hozhatunk létre, illetve automatizálhatjuk a tesztfolyamatot az adatgyűjtéstől a jelentések elkészítéséig. Az imc STUDIO más méréstechnikai platformokkal szemben könnyen használható és gyorsan tanulható. A szoftver programozás nélkül, "drag&drop" módszerrel személyre szabható, de nem korlátozza a felhasználót, igény esetén C# és imc FAMOS szkriptekkel kiegészíthető.



6. ábra imc STUDIO mérőszoftver HMI

Összegzés

Bár az **imc CANSASfdx-FBG-T8** modult eredetileg villanymotor tekercselésekben végzett melegedés mérésekhez fejlesztettük ki, de az eszköz emellett bármilyen nagyfeszültségű komponens melegedés vizsgálatára alkalmas - inverter vagy elektromos csatlakozók -, illetve robbanásveszélyes környezetben is alkalmazható.

Ez a modul egy tipikus példa arra, hogyan ösztönzi egy ipari igény a méréstechnikai cégeket az innovációra és új technológiák megismerésére, illetve azt is jól mutatja, mennyire rugalmas az imc Test & Measurement GmbH, ha az ügyfelek igényeinek kiszolgálásáról van szó.

További információk és a modul adatlapja elérhető a honlapunkon.

Kapcsolat:

- imc Test & Measurement GmbH Magyarországi Kereskedelmi Képviselet
  Nardai Gergely
  + 36 30 966 68 16
  gergely.nardai@imc-tm.de