

K_EITS8, nyolc csatornás elektromos impedancia mérő berendezés

(K_EITS8, 8 ch electrical impedance tomography & spectroscopy)

A természetben előforduló anyagok (közetek, élő struktúrák) felépítéséből, szerkezetéből következik, hogy elektromos tulajdonságaikat (elektromos vezetőségüket, impedanciájukat, dielektromos polarizációjukat) alkotórészeik, az anyagok vezetési és dielektromos sajátságai a víz, illetve elektrolittartalmaik szabják meg azzal a megjegyzéssel, hogy a vezetési tulajdonságaikat az elemi részecskék (szemcsék, szövetek) közötti kapcsolódás módja és annak mértéke döntően befolyásolja. Az anyagok, és az élő szövetek elektromos jellemzőinek mérésével és azok időbeni lefolyásának regisztrálásával a vizsgált tér (anyag) EI viszonyai meghatározhatók, így közvetett információt kapunk a teret kitöltő, létrehozó (és szabályozó sejtek, valamint szervek funkcionális) anyagok összetételéről, tulajdonságairól. A természetben előforduló anyagok fajlagos ellenállása - a vezetési módok változatossága miatt - több mint 20 nagyságrendet fognak át. A projekt keretében ezek vizsgálatával kívánunk foglalkozni. Fejlesztünk mérőberendezéseket (hardver, szoftver) és indítunk magunk és partnereinkel közösen Alkalmazásfejlesztéseket!

Műszaki Leírás

Általános adatok: K_EITS8, kis sorozatban gyártott, kutató-mérőberendezés

(mérés: frekvencia tartományban, a berendezéseket folyamatosan fejlesztjük, a változtatás jogát fentartjuk!)

Üzem módok:

- 1. realtime (számítógépes), of line adatgyűjtő, FFT2, EIT8, EIS1, (kétszatornás FFT, nyolccsatornás „tomográf”, és egyszatornás spektrum (wobler) mérő berendezés)**

Négy egység összekapcsolásával: FF8, EIT32, EIS4, (a fenti paraméterek négyszereződnek)



Műszer előlapja

Technikai adatok

- A berendezés IP65/67 védettséggel rendelkezik!
- A berendezés 19"-os, **2U** magasságú (440x280x88.1mm) dobozban foglal helyet!
- Tömeg: cc. 5 kg (felszereltségtől függően)
- Táp: U_t :230 V, +- 20% 50/60 Hz, terepi működéshez biztosítva van a 12 V-ról való működtetés lehetősége adapter segítségével!
- Maximális áramfelvétel, I_{max} : (230 V) 1 A,(kapcsoló táp miatt induló áram), I_n = (230V) 0.4A, I_{max} : (12V) 3 A
- Terepi (geofizika, környezetvédelem, permafrost monitoring és egyéb ezekkel analóg kutatás-fejlesztéseknél) mérésnél, az alvó üzemmódot (átmenetileg) külső egység vezérli, mely szükség esetén, azonos geometriában az időtartományú méréseket is elvégzi!
- PC kapcsolat: USB 2.0, csatlakozó típusa: B,

- Hőmérséklet tartomány (üzemi): -10°C to $+50^{\circ}\text{C}$

A műszer főbb részei:

Analóg mérőlap, digitális mérőlap, generátor egység, tápegység, ki és bemeneti csatlakozó egységek, működtető program,

Feliratok: Előlap: műszaki feliratokon kívül (mindehol angol nyelven), Karotázs Logo, berendezés elnevezése, **K_EITS8, Multichannel Impedance Meter**

Csatlakozók, kijelzők (funkciói) megnevezése:

USB2

4 db SERDES kimenet és

1 db SERDES bemenet

2 db. LED (STATUS és TEST funkció)



Karotázs logo, előlap bal felső sarok!

Hátlap: műszaki feliratokon kívül (angolul), www.karotazs.hu, gyáriszám K_EIT8_00XY, Védettség (doboz): IP65, csatlakozók: IP67

Csatlakozók (funkciói) megnevezése:

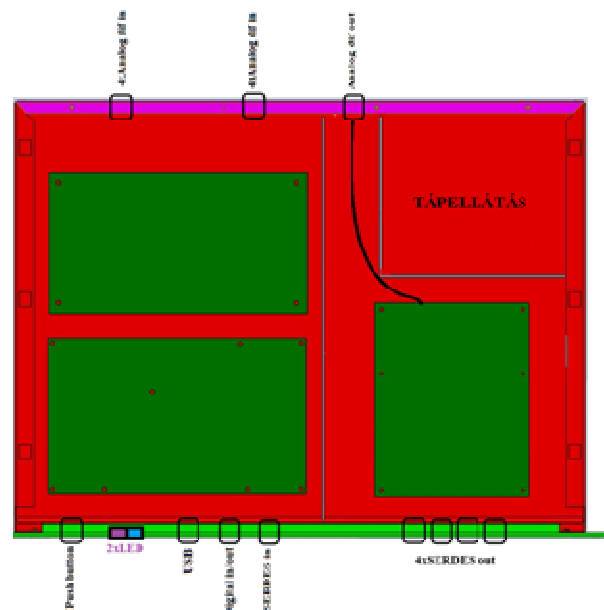
2db csatlakozó egyenként 4 differenciális mérőjel fogadására

1db csatlakozó digitális vezérlő kimenet (8x8 csatornás mérőmultiplexer vezérlésére előkészítve)

1 db betáp csatlakozó (általános 230V_{AC} valamint 12V_{DC} fogadására)

1db hálózati biztosíték: 1 A, gyors

1db hálózati kapcsoló



K_EITS8

Szerelési, elrendezési rajz

2. Digitális Impedancia mérő elektromos bemeneti, valamint a generátor kimeneti paramétereit:

Mérőegység:

Frekvencia tartomány: 10 mHz – 90 kHz,

Differencial bemeneti jel: $2.825\text{V}_{\text{pp max}}$, bemeneti védelem: $\pm 2\text{V}$, $\pm 100\text{mA}$, 4000V (HBM)

Földfüggetlen (szigetelt): 10M Ω ,50pF,

Közös fázisú elnyomás jobb, mint: 90dB,

Erősítés hőfokfüggése: 100ppm/fok C,

A/D átalakítás: 24 bit, 187.5 ks/sec, beállási idő, jobb, mint: 650 msec,

Bemeneti zajparaméterek 0.1Hz - 40kHz sávszélesség esetén:

U_z : 1.5 μ V_{eff max}·(5nV/ \sqrt Hz),

I_z : 150fA_{eff max}.

és 10mHz-90 kHz sávszélesség esetén jobb, mint 10 μ V eff,

Harmonikus torzítás+ zaj jobb, mint 100 dB,

Dinamikatartomány jobb, mint 110 dB,

Bemenetek impedancia paraméterei:

R_{be} : 1G Ω min., C_{be} : 30pF max.

DC kompenzáció: 12 bit, max.+/- 1V

Generátoregység kimeneti paraméterek:

Üzem módok

Áramgenerátor vagy feszültséggenerátor (szoftverből és hardverből választható)

- Kimenő feszültség: 10mV_{pp}-10V_{pp}. Ezek a határértékek teljesítményerősítő egységgel növelhetők, a kapott eredmények feldolgozhatók.

- Kimenő áramtartomány: 10 μ A_{pp} – 100mA_{pp}

Frekvencia tartomány: 10 mHz – 90 kHz,

Jelalak: szinuszos

Dinamika tartomány: jobb, mint 80 dB,

egyszerre 4 db. frekvencia állítható be, programból,

U_{ki} : 10V_{pp max}·(Rki: 0.1 Ω),

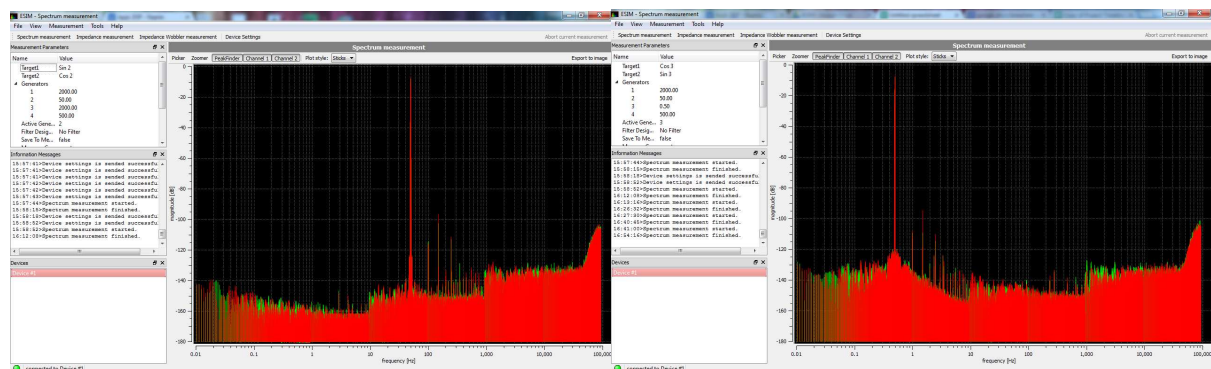
I_{ki} : 100mA_{pp max}·(Rki: 1 M Ω),

D/A konverter:24 bit, 187.5 kS/s

Harmonikus torzítás+ zaj jobb, mint 100dB,

Erősítés hőfokfüggése: 100 ppm/fok C,

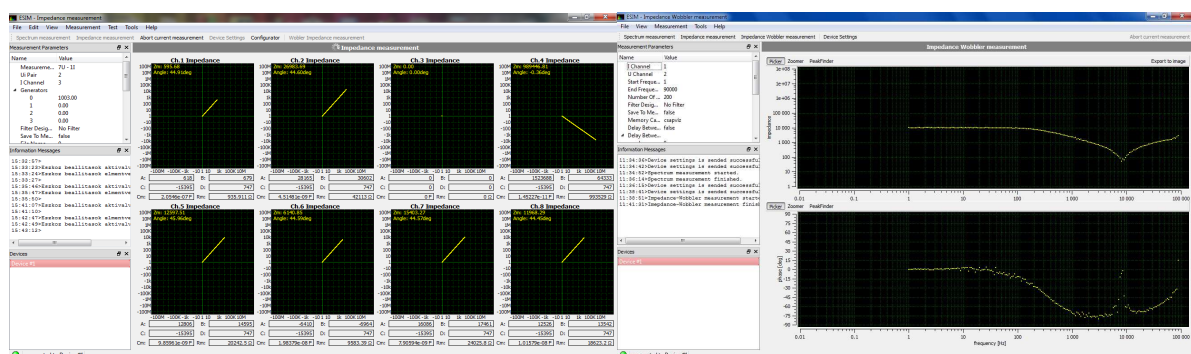
A jelszint változtatható 96 dB tartományban és negyed dB lépésekben, 0 dB= U=8 V/I=80 mA,



FFT (Fast Fourier Transform) mérési képernyők

3. A mérőrendszer műszaki paramétereit:

- Alkalmazott mérési elv: áram- vagy feszültséggenerátoros gerjesztés, árammérés, feszültségmérés, detektálás csatornánként digitális lock-in erősítővel és 8 csatornás modulokból épül fel a rendszer,
 - Mérésitartomány: 1 Ω -100 M Ω és 0-90 fok, ((360 fokig a fázisurásokat lekezeli!)
 - Mérőfrekvenciatartomány: 0,01 Hz – 90 kHz léptetési felbontás 0.01Hz
 - Kalibrálás: 2 lépésben (2 db. nagy pontosságú kalibráló ellenállással)
 - Kalibrálás: Kalibrálási protokoll szerint . A mérési jegyzőkönyvet minden mérő egységhez egyedileg csatoljuk!
 - Rendszerpontosság (mérési paramétereiktől függően) minimum: 1 ppm (impedancia abszolútérték) és +/-0,01 fok
 - Periódushoz szinkronizált, 12 bit felbontású DC mérés és kalibrálás, gyakorisága programból vezérelhető szinkronban az impedancis méréssel!
 - mérési gyakoriság (EIT8): 2 msec (100Hz felett), 100 Hz felett minimum két periódust átlagolunk. Az átlagolt periódus számtól függ a mérés pontossága.
 - üzemmód váltás FFT/EIT/EIS között: 20 sec,
 - A/D átalakítás: 24 bit, 187.5 ks/sec, beállási idő jobb, mint: 650msec, (ez a multiplexer várakozási ideje)
 - feléledési idő bekapcsoláskor: maximum 20 sec!
 - Egységek közti szinkron (K_EITS8): SERDES –el
 - külső egységekkel a kommunikáció:
 - szinkron bemenet: RS- 485 busz segítségével max. 10 kByte adatot fogad a műszerarchiválásra (de nem utasítás jellegű adatok), virtuális UARTon.
 - A siftregiszteres kimenet, adatokat dekódolva, kinyerhetők a külső műszerek (Pclog, kamera, permafrost ... stb.) indítására vagy más feladatokra vonatkozóan.
 - A MPX siftregiszteres jele van dekódolva egy procival és RS 485-ön keresztül vezérli a relés MPX-et. Ez a jel használható felmás berendezés vezérlésére, szinkronizálására. Ezen kívül van még egy TTL bit amit bármire használható. (I/O).



EIT, mérési képernyő

EIS, mérési képernyő

4. A rendszerműszaki/alkalmazástechnikai jellemzése

A lock-In erősítő kis torzítású szinusz jellel működik. Nem lineáris torzítás esetén a beépített szűrőkkel a tetszőleges harmonikusok kiválaszthatók, valamint különbségi intermodulációs termékek is mérhetők!

- Impedancia valós és képzetes kimenet: 2x48 bit felbontás, decimális számábrázolás formátuma: 2-s komplement, (ez átlagolás után még javulhat is)

- Impedancia mérés esetén lehetőség van:

- két pont között egy időben 4 frekvencián mérni, valamint
- egy frekvencián nyolc pont között mérni. (EIT)

- Csatornánként lehetőség van a mérendő jelek FFT spektrum mérésére, egy időben párhuzamosan két csatornán lehet spektrumot mérni,

- EIS mérés egy csatornán lehetséges

- Egy időben egy csatornán lehet mérni, felbontás 0,01 Hz – 90 kHz léptetési felbontás 0.01Hz, programból állítható.

- Operációs rendszer: 32-bit and 64-bit version of Windows XP, Vista, Windows 7, Windows 8,

- Működtető szoftver: ESIM10, vagy újabb verzió!

Feldolgozási tartományok és jellemzőik:

- Mérőeszközök felépítése: az előző 8/64 csatornás verziótól eltérően, 8 csatornás modulokból (EIT) épül fel. Ebből egyszerre mérhető impedanciák száma (egy készüléken) 7 (hét), egy csatorna a generátor kimenő áramát méri.

- 4 db műszer összekapcsolható, szinkronizálható, így működtethetők a berendezések 32 csatornás EIT egységként, 8 csatornás FFT, 4 csatornás EIS egységként!

- EIS (impedancia spektrum): 10 mHz-90kHz tartományban és 10 mHz felbontásban programozható!

- A mérési folyamat indítása és vezérlése a rendszerbe épített SD kártyáról is lehetséges, így PC-től függetlenül is használható a mérőrendszer, SD (mikró), max 8 GB,

- A GUI rendelkezik mérési folyamatot tervező egységgel,

- A mérés eredményei, automatikusan archiválódnak előre definiált névvel és kiterjesztéssel,

- A mérési adatok SD kártyára íródnak fel. Az SD kártyát évi szinten cserélni kell a rendszeres karbantartás folyamán. Az SD kártyáról az adatok leválasztott USB csatlakozóval olvasható ki, a számítógép külső meghajtóként látja. Összekapcsolható K_EIT8 egységek száma: 4 (négy) db.

Működtető programjellemzők

szűrők: *LowPass, HighPass, Band Pass, Band Stop, 50Hz Notch, 60Hz Notch*. A LowPass, HighPass, Band Pass és Band Stop szűrők a felhasználó által szabadon konfigurálhatóak a teljes mérési tartományban. A mért csatorna feszültsége/árama spectrummérés esetén három tartományban történik: 0,01 Hz – 10 Hz, 10Hz – 1kHz, 1kHz – 90kHz. (mérésszervezésnél egyenként kiválasztható, választható az egész tartomány is vagy egy tetszőleges rész tartomány).



Több berendezés összekapcsolása

Lyukszűrők: - minden méréshez alkalmazható lyukszűrő, mely a filter setup ablakban választható ki. Két előre definiált lyukszűrő használható, 50 és 60 Hz-re. A karakterisztikája szintén a szűrő setup ablakban látható. A paramétereit nem módosíthatóak.

Bekapcsolt szűrők hatásának ellenőrzése: Az alkalmazott szűrők hatása spectrum- vagy impedancia-wobbler méréssel ellenőrizhető. A mérések eredményének grafikai megjelenítésekor látható lesz a szűrő hatása.

Generátor kapcsolgatása: A feszültséggenerátor és áramgenerátor párhuzamosan működnek, a multiplexer segítségével lehet függetlenül kapcsolgatni. A GUI-ban beállított jelszint egyformán hat a feszültség- és áramgenerátorra is. A GUI-ban beállított jelszint ábrázolása dB-ben, V-ban és A-ban van.

Körbejárhatóság: Multiplexerrel megoldott, 8 csatonás egységnél használható amennyiben a generátor pozícióját változtatom, a programszerkesztővel!

Automatikus mérés paraméterezhetőség:

A GUI rendelkezik méréskonfigurációs lista készítésére alkalmas felülettel. Ebben a listába bármilyen mérést vagy funkciót, melyet a GUI-ból indíthatunk, beilleszthetünk. A feladatok paraméterezése után, a lista rátölthető az SD kártyára, melyről a műszer feszültség aláhelyezés után automatikusan elvégzi azokat. Több összekötött eszköz esetén, az eszközök külön-külön elvégzik a listán szereplő feladatokat. A feladat ütemezését a master eszköz végzi. Ebben az esetben figyelembe kell venni, hogy az összekötött eszközökön csak egy egységes feladatlista szerepelhet.

Program felepítése, szerkezete:

A rendszerben 3 különböző platformon (PC, ARM uC, FPGA) fut három programrendszer, melyek egymás között megfelelő protokollokon keresztül kommunikálnak, a mérési eredmények összegyűjtése, mérések indítása és paraméterezése érdekében. Az ARM uC végzi a rendszer indítását, a rendszerben lévő összes chip élesztését és paraméterezését, a PC-vel való kommunikálást, az SD kártyakezelést, az FPGA-val való kommunikálást, az analóg mérőlap konfigurálását, a generátor paraméterezését. Az fpga-k végzik a sokcsatornás DSP feladatokat a mérés folyamán. A PC-n futó szoftver pedig a mérések paraméterezését, indítását és az eredmények megjelenítését.

A négy egység együttes szinkronizálása:

A négy egység szinkronizálása a Serdes portokon keresztül történik. A master egység szolgáltatja a serdes kimenetein keresztül az szükséges órajeleket és generátor jeleket. Ezeket a jeleket a slave eszközök megkapják és szinkronban végzik a mérést. Az SD kártyáról történő mérésszinkronizálás szintén a Serdes vonalon keresztül történik.

Minden berendezéshez tartozik egy magyar (Angol) nyelven írt felhasználói útmutató, egy felhasználói GUI kézikönyv, a teljes fejlesztői program a PC program át/tovább írásához, a multiplexeres változat teljes forráskódja, Használati utasítás. Bemérési jegyzőkönyvek! Bekötési rajzok, tanúsítvány (megfelelőség, garancia feltételei), megállapodás szerint.

Garancia: 2 év, (Kerotázs Telephelyén értendő!)

Átadás-átvétel helye (Kerotázs Telephelyén, vagy megállapodás szerint!)