

## 4. mérés

# Elektronikus mérleg vizsgálata

### 4.1 Bevezetés

A mérés tárgya tömeg (súly) mérésére alkalmas elektronikus mérleg. A mérleg központi eleme egy acéllemez, amelynek lehajlása arányos a mérendő súllyal. A lehajlás következtében létrejövő nyúlást, illetve összehúzódást nyúlásmérő bélyegekkel érzékeljük. A bélyegek hídkapcsolás aktív elemei, így a híd kimeneti feszültsége arányos a megnyúlással, végeredményben a mérendő tömeggel. A híd kimeneti feszültsége közvetlenül nem alkalmas kiértékelésre, azt erősíteni és szűrni kell. A mérési feladatok a jelátalakítási és -kiértékelési folyamatot követik nyomon.

A kereskedelmi forgalomban lévő elektronikus mérlegek nem mindegyike működik ilyen elven, ez csak egy lehetséges megoldás. A mérésben szereplő mechanika abban is eltér a szokásostól, hogy az acéllemez jelentősen meghajlik: a gyakorlatban általában sokkal kisebb elmozdulások következnek be.

A mérésben szereplő DSP-modul egy vasúti mérőrendszer számára készült. A mérőrendszer célja vasúti kocsik súlyának mozgás közbeni mérése. A nyúlásmérő bélyegek a vasúti sínen helyezkednek el, és a sín kismértékű behajlását méri a rendszer.

Nyúlásmérő ellenállásokat nemcsak mérlegekben alkalmaznak, hanem számos olyan esetben, amelyben mechanikai deformációt kell mérni. Különböző integrált nyúlásmérő ellenállások összetettebb szenzorok elemei, így közvetve más mennyiségek (pl. nyomaték, nyomás, áramlás) mérésére használhatók. Ezekben az alkalmazásokban a deformációk "lassú" vagy aperiodikus jelek. A rezgésekkel összefüggő mérésekre inkább az 5. mérésben szereplő érzékelőket alkalmazták.

### 4.2 Elméleti összefoglaló

#### 4.2.1 Nyúlásmérő ellenállások

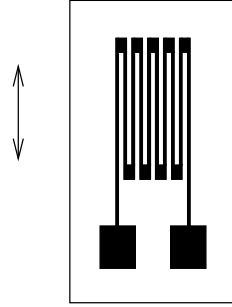
A fenti címen alkalmazható érzékelők ismertetése meghaladja egy mérési útmutató kereteit, itt csak a legfontosabb összefüggésekre térünk ki.

#### Mérési elv

Egy fém vagy félvezető anyagból készült vonalszerű vezető ellenállása felírható a következő alakban:

$$R = \frac{l(1 + \varepsilon_x)}{A(1 + \varepsilon_y + \varepsilon_z)} \rho_0 [1 + \Pi_{11} \sigma_x + \Pi_{12} (\sigma_y + \sigma_z)] \quad (4.1)$$

ahol  $l$  a vezető hossza,  $A$  a felülete,  $\rho_0$  a fajlagos ellenállása.  $\varepsilon_x$  jelöli a vezetés irányába eső relatív megnyúlást,  $\varepsilon_y$  és  $\varepsilon_z$  az erre merőleges irányokba eső relatív megnyúlást. A fenti képletben a tört fejezi ki a vezető megnyúlása és keresztmetszetváltozása következtében létrejött



4.1. ábra. Egyirányú nyúlásmérő bélyeg

ellenállásváltozást; a szögletes zárójelben lévő kifejezés pedig a fajlagos ellenállás változását. Ez utóbbi az ún. piezorezisztív hatás.  $\sigma_x$  jelöli a vezetés irányába eső mechanikai feszültséget,  $\sigma_y$  és  $\sigma_z$  pedig az erre merőleges két irányba eső mechanikai feszültségkomponenst.  $\Pi_{11}$  és  $\Pi_{12}$  az anyagjellemző piezorezisztív állandók.

Fémek esetében a piezorezisztív hatás általában elhanyagolható, vagy csak igen nagy nyomásnak (1000 bar körül) kitett vezetők esetében használható ki. Félvezetők esetében ezek az állandók 2-3 nagyságrenddel magasabbak lehetnek, a szennyezés típusától és mértékétől függően. A félvezető ellenállások esetében (ha nem csak  $x$  irányú áram van) a csúsztatófeszültségből is származik ellenállásváltozás.

Végeredményben az adott ellenállás relatív megváltozása és a mérendő relatív nyúlás között az alkalmazási tartományban lineáris kapcsolat van:

$$\frac{\Delta R}{R} = k \varepsilon_x = k \frac{\Delta l}{l} \quad (4.2)$$

ahol  $k$  az ún. gage factor. Ez fémek esetében 2..4.5, félvezetőknél néhány száz lehet. Ez utóbbi nagyobb érzékenység viszont nagyobb szórást és hőmérsékletfüggést mutat.

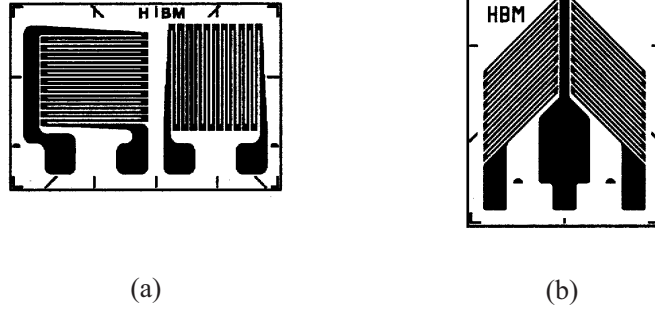
### Nyúlásmérő bélyegek

A nyúlásmérő ellenállások kialakítása igen változatos. Léteznek nagyobb sorozatban vékonyréteg nyúlásmérő ellenállások, kisebb sorozatban vastagréteg ellenállások. Ezek általában valamilyen szenzor belsejében található meg, és főként gyártók alkalmazzák. A felhasználó számára leginkább hozzáférhető nyúlásmérő ellenállások az ún. nyúlásmérő bélyegek. Ezekben a vékony huzal vagy fémfólia meanderszerűen egy jó szigetelő, rugalmas műanyag fóliára van felragasztva, illetve felvive, a 4.1. ábrának megfelelően. Az ábrán látható bélyeg a nyíl irányának megfelelő nyúlást érzékel, a nyíl irányába eső vékonyabb ellenállás-elemek segítségével. Az ellenállás anyaga valamilyen fém ellenállásanyag, pl. konstantán, az ellenállás névleges értéke 100..1000 ohm.

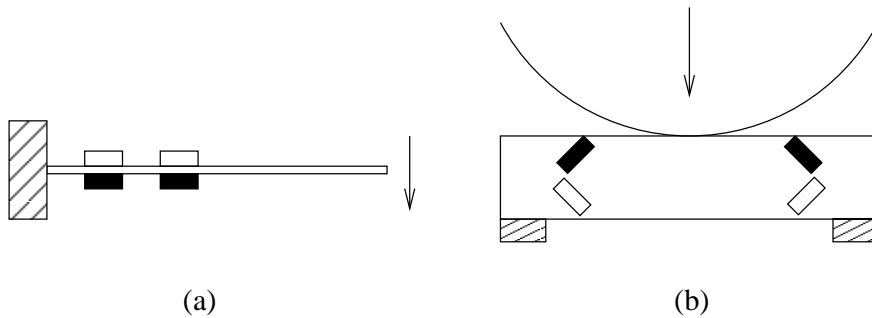
Különböző, speciális módon deformálódó szerkezetek mérésére különféle kialakítású bélyegek készülnek. A 4.2. ábrán látható bélyegek az előzőnél összetettebb feladatot látnak el. Az a) ábrán látható bélyeg kétirányú nyúlást érzékel, míg a b) ábrán látható elrendezés adott terhelés hatására egymáshoz képest merőleges, de a szerkezeti elemhez képest 45°-os szögben történő megnyúlást érzékel. Léteznek sokkal összetettebb bélyegek is, pl. torziós igénybevétel mérésére.

### Nyúlásmérő bélyegek alkalmazása

Általában nem egyetlen bélyeget használnak, szem előtt tartva, hogy az ellenállásokat hídkapcsolásban fogják alkalmazni. Így bizonyos ellenállásokat úgy helyeznek fel, hogy a szerkezeti elem igénybevétele esetén megnyúlnak, mások összehúzódnak. Az ellenállások elhelyezésére



4.2. ábra. Többirányú bélyegek  $90^\circ$ -ban eltérő megnyúlások érzékelésére: (a) kétirányú nyúlás érzékelésére, (b) szerkezeti anyag egyes részeinek különböző irányú megnyúlásának érzékelésére



4.3. ábra. Nyúlásmérő bélyegek felhelyezése: (a) konzolos tartó, (b) vasúti sín esetében. A sötéttel jelölt ellenállások összenyomódnak, a világosak megnyúlnak.

példát láthatunk a 4.3. ábrán. Az a) ábrán látható elrendezés egy lehajló lemezre helyezett ellenállásokat mutat. A nyíl irányában történő hajlítás esetén a felső ellenállások megnyúlnak, míg az alsók összenyomódnak. A b) ábra egy vasúti sítet mutat oldalnézetben (felül a sínen gördülő kerék egy darabja látható). A kerék a sítet kismértékben benyomja, ennek hatására a sínszállhoz képest  $45^\circ$ -ban elhelyezett ellenállások közül a felsők összenyomódnak, az alsók megnyúlnak.

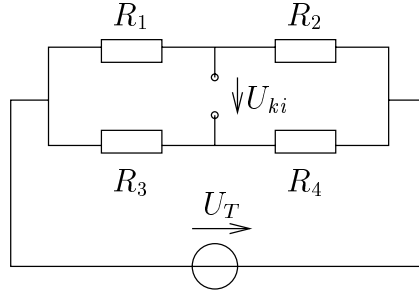
A nyúlásmérő bélyegeket fel kell ragasztani a kiválasztott szerkezeti elemre. A ragasztóanyag megválasztása nagyon fontos, mert a túl merev, vagy öregedést mutató ragasztóanyag összetöredezik és nem viszi át a nyúlást a bélyegre, míg a túl elasztikus anyag huzamosabb terhelés esetén deformálódik, és a bélyeg az eredetinel kisebb nyúlást érzékel.

A bélyeg kiválasztásánál arra is ügyelni kell, hogy milyen anyagra fogják a bélyeget ragasztani. Az alkalmazás során ugyanis változik a hőmérséklet, amelynek következtében mind a bélyeg, mind pedig a szerkezeti elem méretei változnak, a hőtágulási együtthatónak megfelelően. Ha a bélyeg és a hordozó különbözőképpen tágul, az annak következtében létrejövő nyúlást is érzékeli a bélyeg. Hőkezeléssel elérhető, hogy a működési tartományban a bélyeg és a szerkezeti elem lineáris hőtágulási együtthatója egyenlő legyen, így ez az effektus nem okoz hibát. Az ilyen bélyeget önhőkompenzált bélyegnek nevezzük.

## 4.2.2 Nyúlásmérő ellenállások elektronikus áramkörei

### Hídkapcsolások

A nyúlásmérő ellenállások változása üzemszerű terhelés hatására néhány tized százalék, így az ellenállásváltozás közvetlen mérése jóval nagyobb pontosságot igényel, mint amilyen pontosan a



4.4. ábra. Ellenállásokból felépített hídkapcsolás

megnyúlást ismerni szeretnénk (v.ö. mérés technika: különbségi mérés). Jóval kedvezőbb, ha az ellenállásokat hídba kapcsoljuk, és a híd kimeneti feszültségét mérjük. Ekkor terheletlen esetben – elvileg – a kimeneti feszültség zérus, egyébként a megjelenő feszültség a megnyúlással arányos.

A hídkapcsolás a 4.4. ábrán látható. Rendszerint a hídkapcsolás ellenállásai egyenlő névleges értékűek. A kapcsolás viselkedése különböző aszerint, hogy hány aktív elem van a hídban, azok változása milyen előjelű, illetve a táplálás feszültség- vagy áramgenerátoros. Néhány esetet az alábbiakban tekintünk át.

1. Ha csak egyetlen ellenállás nő, a többi változatlan, a nyúlásmérő ellenállás bármelyik lehet,
2. Ha két ellenállás nő, akkor azok lehetnek  $R_1$  és  $R_4$  vagy  $R_2$  és  $R_3$ ,
3. Ha egy ellenállás nő, egy pedig csökken, akkor azok lehetnek  $R_1$  és  $R_2$  vagy  $R_3$  és  $R_4$ ,
4. Ha két ellenállás nő, kettő pedig csökken, akkor az “átlósan szemben” lévő ellenállásoknak kell azonos módon változni, pl.  $R_1$  és  $R_4$  nő,  $R_2$  és  $R_3$  csökken.

A híd kimeneti feszültségének abszolút értéke:

1. 
$$|u_{ki}| = U_T \frac{h_R}{4 + 2h_R} \cong \frac{U_T}{4} h_R, \quad (4.3)$$

2. 
$$|u_{ki}| = U_T \frac{(h_R)^2 + 2h_R}{4 + 4kh_R + (h_R)^2} \cong \frac{U_T}{2} h_R, \quad |u_{ki}| = \frac{I_T R}{2} h_R \quad (4.4)$$

3. 
$$|u_{ki}| = \frac{U_T}{2} h_R, \quad (4.5)$$

4. 
$$|u_{ki}| = U_T h_R. \quad (4.6)$$

ahol  $h_R = \Delta R/R$ ,  $R$  az ellenállás névleges értéke. Látható, hogy a híd annál érzékenyebb, minél több aktív elem van a hídban. Az első két esetben a kimeneti feszültség az ellenállásváltozás nemlineáris függvénye. Áramgenerátoros táplálás esetén a 2. esetben lineárisra tehető a híd. Az 1. esetben műveleti erősítő alkalmazásával tehető a híd lineárisra.

Elvileg a híd kimeneti feszültsége terheletlen esetben zérus. A megnyúlás nagyságrendjébe esik azonban az ellenállások pontatlansága, illetve egyes esetekben a hőmérsékletlülönbség, hőmérsékletváltozás okozta hiba. A hőmérsékleti hiba felléphet azért, mert a híd egyes elemei nincsenek a használat során azonos hőmérsékleten, vagy a híd nem aktív (közönséges) ellenállásainak más a hőfoktényezője, mint a nyúlásmérő ellenállásoknak.

## Meghajtó és mérőerősítők

A híd kimenete igen érzékeny a nyúlásmérő ellenállás megváltozására, a kimeneti feszültséggel azonban több probléma is van, ezek:

1. a kimeneti feszültség igen alacsony szintű (tipikusan néhány mV),
2. a hídkimenet egyik pontja sem azonos a táplálás egyik pontjával sem,
3. a kimeneti feszültség a megnyúlással azonos nagyságrendben függ az ellenállások toleranciájától és a hőmérsékleti hibától.

Mivel igen kicsiny feszültségeket kell feldolgozni, az erősítő áramkörök ofszethibáját kiküszöbölendő a hidakat rendszerint nem egyenfeszültséggel, illetve egyenárammal gerjesztik, hanem váltakozó, rendszerint szinuszos gerjesztést alkalmaznak. A frekvencia tipikusan néhány kHz, a hálózati zavarok elkerülése érdekében. Az így kialakított hidakat vivőfrekvenciás hidaknak is nevezik.

A 2. pontban említett probléma miatt a hidat meghajtó áramkört és a kimeneti feszültséget erősítő áramkört gondosan kell tervezni. Ha a gerjesztést földeljük, a kimeneten lévő mérőerősítőre nagyon nagy közösjel jut, amit el kell kerülni, ezért a gerjesztés általában szimmetrikus, de a toleranciák miatt így is van közös komponense, így a mérőerősítőnek jó közösjelelnyomással kell rendelkeznie. A linearitás érdekében fontos, hogy az erősítő ne terhelje a hidat. Mérőerősítő céljaira az ismert műszererősítő típusok alkalmazhatók. Gyakori megoldás, hogy a hidat a gerjesztés vagy a kimenet oldalán transzformátor segítségével leválasztják az áramkör többi részéről.

A 3. pontban említett hibák azt eredményezik, hogy terheletlen bélyegek esetén sem nulla a kimeneti feszültség. A probléma technológiai szintű megoldása hőkompenzáló ellenállások elhelyezése a bélyegen. További lehetőség, hogy a nyúlást nem mérő ellenállásokat is nyúlásmérő ellenállások alkotják, hiszen ezek toleranciája hasonlóan kicsi, hőmérsékletfüggésük pedig az aktív bélyegekével megegyező.

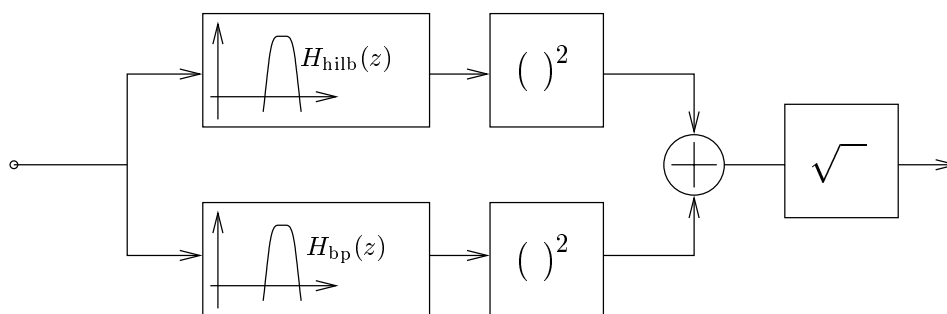
Egy másik megközelítésben realitásként fogadjuk el azt, hogy a híd kimeneti feszültsége sohasem zérus, de terheletlen esetben zérusnak kell lennie. Ezért egy összegző áramkörrel a terheletlen esetben mérhetővel megegyező nagyságú, de ellentétes fázisú kompenzáló jelet adunk a kimenethez, amelyet a mérés során nem változtatunk. Így tulajdonképpen mérés előtt kiegyenlítjük a hidat. A feladat nehézsége abban áll, hogy vivőfrekvenciás hídkapcsolás esetében az elvileg ohmos híd kimeneti feszültsége fázistolást is szenved, tehát a kompenzáló jelnek nemcsak az amplitúdóját, hanem a fázisát is állítanunk kell.

Az erősített jel sok zajt és zavarjelet tartalmaz. A zaj jórészt szélessávú és fehér, a zavarjel jellegzetesen a hálózati zavarjel, de a környező berendezésekből impulzusszerű zavarjelek is kerülnek a mérőhálózatba. Ezek a hatások megfelelő árnyékolással csökkenthetők, de nem szüntethetők meg teljesen. A zaj és a zavarjelek további elnyomására a gerjesztési frekvencia körüli keskenysávú szűrő alkalmazása a megoldás.

### 4.2.3 Kimeneti jel digitális feldolgozása

Az előző pontban leírt módon előfeldolgozott jel alkalmas arra, hogy a feszültségét megmérjük, és ebből a mechanikailag érdekes információt meghatározzuk. Nagyon egyszerű megoldás lehet a lényegében tiszta szinuszos jel effektív értékének megmérése egy digitális voltmérővel. Ezzel a méréssel azonban csak a feszültség határozható meg, az érdekes mechanikai információ (pl. a mérlegen mért tömeg) nem.

Korszerű mérőrendszerekben triviális megoldás az analóg jel A/D-átalakítása, és a szükséges mérési és átszámítási műveletek mikroprocesszoros végrehajtása. Ebben az esetben lehetőség van a nemlineáris karakterisztika linearizálására is, esetleg a hőmérsékletfüggés figyelembevételére.



4.5. ábra. A híd kimenő jelének szűrése és a burkoló meghatározása

A szinuszos jel valamely jellemzője (amplitúdó, effektív érték, stb.) sokféle módszerrel meghatározható.

Az előző pontban említett műveletek közül a szűrés szintén megoldható digitálisan, sőt, az analógnál szelektívebb szűrő valósítható meg. A gerjesztőjel és a kompenzáló jel előállítható digitális szintézissel és D/A-átalakítással. Ezzel a módszerrel a kompenzáló jel fázisának változtatása nem nehéz feladat.

A jel mérésének egy lehetséges és a mérésben szereplő DSP-modulban alkalmazott módját szemlélteti a 4.5. ábra. Az eljárás egyszerre valósítja meg a bejövő szinuszos jel burkolójának (pillanatnyi amplitúdójának) mérését, illetve a sávszűrést. A felső ágon lévő sávszűrő a jel Hilbert-transzformáltját határozza meg. A Hilbert-transzformáció egy lineáris szűrés, amely minden frekvenciakomponensre nézve  $90^\circ$ -os fázistolást valósít meg:

$$H(f) = -j \operatorname{sign}(f) \quad (4.7)$$

Ez a szűrő akauzális hálózatot igényel, ezért ebben a formában nem valósítható meg. Nagyon jól megközelíthető azonban az előírt karakterisztika egy adott sávban, így ha az amplitúdóra sávszűrő előírást teszünk, az adott sávba eső jelekre jó Hilbert-transzformátort valósíthatunk meg, egyben a zajszűrést is elvégezzük. Az alsó ágon közönséges sávszűrő található. Ha mindkét szűrőt ugyanakkora fokszámú lineáris fázisú FIR-szűrővel realizáljuk, a két ágon azonos lesz a jelkésleltetés, így szűrés után is időben összetartozó mintákat kapunk.

A jel burkolója az analitikus jel amplitúdója. Az analitikus jel definíció szerint:

$$a(t) = x(t) + j \mathcal{H}[x(t)] \quad (4.8)$$

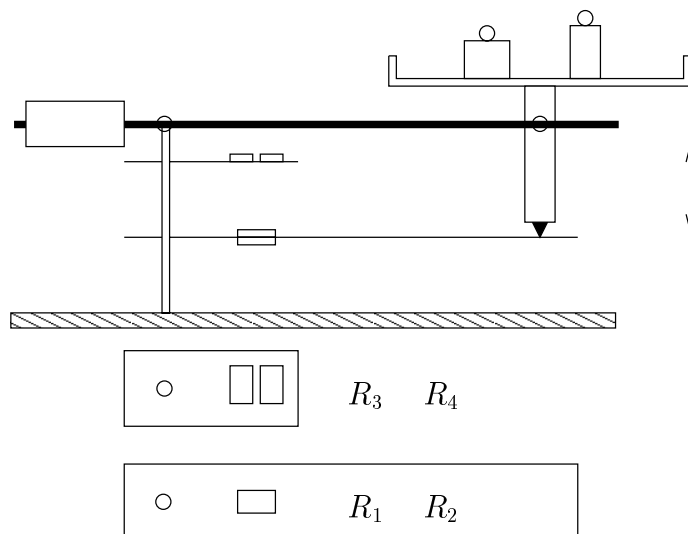
ahol  $\mathcal{H}$  jelöli a Hilbert-transzformációt,  $x(t)$  a bemenőjel. Ennek amplitúdóját az ábra szerint négyzetre emeléssel, összegzéssel és gyökvonással kapjuk meg. Szemléletesen két, egymáshoz képest  $90^\circ$ -kal eltolt szinuszjel jelenik meg a két ágon, és ezek négyzetösszege az amplitúdó négyzetét adja.

## 4.3 Mérési összeállítás

A mérési összeállítás mérés-specifikus elemei egy falemezre vannak felszerelve. Ezek: a mechanikus mérleg a nyúlásmérő bélyegekkal, a transzformátor, a DSP-modul, valamint a villamos és elektronikus csatlakozók.

### 4.3.1 A mérleg mechanikája

A mérleg vázlata a 4.6. ábrán látható. Az ábra felső részén a teljes mechanika látható oldalnézetben, alul a két acéllemez felülnézetben. A mérleg egyes elemei egy függőleges csavarhoz



4.6. ábra. Az elektronikus mérleg mechanikája és a nyúlásmérő ellenállások elhelyezkedése

vannak rögzítve, az ábra bal oldalán. Alul egy acéllemez helyezkedik el, ezen vannak az  $R_1$  és  $R_2$  nyúlásmérő ellenállások. Az acéllemezt a serpenyő egy jól definiált pontban terheli. Felül egy kar található, amely a kis körökkel jelölt helyeken tengelyezve van, így ha a lemez a serpenyő alatt lehajlik, a kar azzal közel párhuzamosan mozdul el, így a serpenyő mozgása függőleges lesz. A kar serpenyővel ellentétes oldalán egy súly van, amelyet a karon mozgatva a mérleg kiegyensúlyozható. A mérleggel maximálisan kb. 100 g súly mérhető.

### 4.3.2 A nyúlásmérő bélyegek elhelyezkedése

Az  $R_1$  és  $R_2$  nyúlásmérő ellenállások az alsó, az  $R_3$  és  $R_4$  nyúlásmérő ellenállások a felső acéllemezen vannak. Ezek az ellenállások alkotják a hidat, a 4.4. ábra szerint. Az  $R_3$  és  $R_4$  nyúlásmérő ellenállások nem aktívak, szerepük csak az, hogy az aktív bélyegekkel azonos módon viselkedjenek hőmérsékletváltozás esetén.

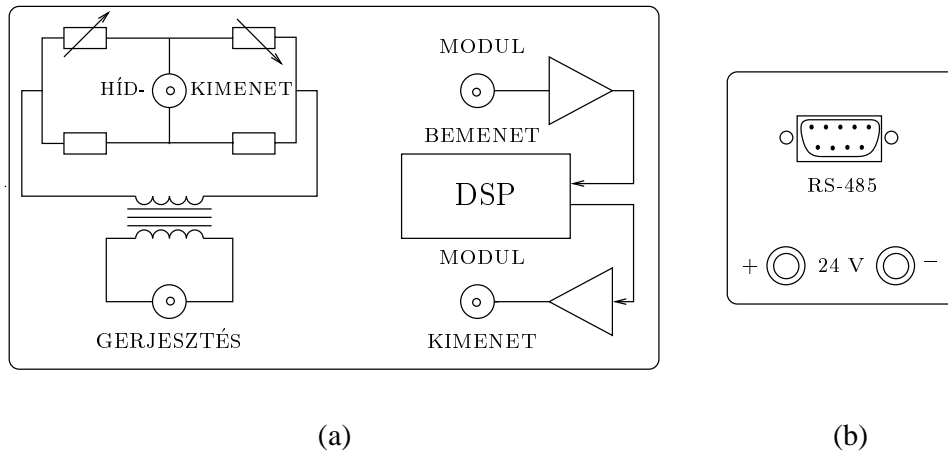
A mérlegen Vishay BLH SR-4 típusú, FAE-12-12SX jelű bélyegek találhatóak. Ezek ellenállás-anyaga konstantán, a műanyag hordozó poliimid. A terheletlen bélyeg ellenállása  $120 \pm 0.2 \Omega$ . A bélyeg geometriája a 4.1. ábrának megfelelő.

### 4.3.3 A DSP-modul

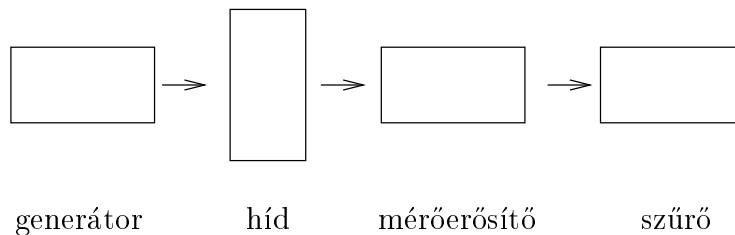
A DSP-modul teljes egészében képes a hídkapcsolást kiszolgálni. Előállít kb. 6 kHz frekvenciájú szinuszjelet, amely a hidat gerjeszti, fogadja a híd kimenetét, amelyen elvégzi a korábban ismertett kompenzációt és erősítést. A modul PC-hez RS-485 buszon keresztül csatlakozik. A modul a PC-s kezelői felületről vezérelhető, a legfontosabb funkciók: nullázás, egyszeri és folyamatos mérés. A kezelői felület alkalmas a híd kimeneti feszültsége burkolójának on-line megjelenítésére, valamint a mérleg kalibrálására is. A mérési adatok egyszeri mérés üzemmódban file-ba menthetők. Az adatok további feldolgozására a MATLAB környezet javasolt.

### 4.3.4 Villamos és elektronikus csatlakozási lehetőségek

A mérési összeállítás csatlakozási lehetőségeit a 4.7. ábra foglalja össze. Az a) ábrán láthatók a híd és a modul be-, illetve kimenetei. A híd kapcsolódási lehetőségei az ábra alapján nyilvánvalók. A bemenetre és a kimenetre is lehet földelt generátorral, illetve erősítővel kapcsolódni,



4.7. ábra. Csatlakozási lehetőségek. (a) A híd és a DSP-modul be- és kimenetei, (b) a DSP-modul tápbemenete és az RS-485 csatlakozó



4.8. ábra. A műszerek kapcsolása külső gerjesztés és erősítés esetén

mivel a transzformátor galvanikus leválasztást valósít meg. A híd maximálisan 2 V effektív értékű szinuszzel gerjeszthető.

A DSP-modul be- és kimenetei nem földelhetők. Mérés esetén az egy sorban lévő csatlakozókat kell összekötni, azaz a modul kimenetét a híd bemenetével, illetve a híd kimenetét a modul bemenetével. A DSP-modul 24 V tápfeszültséget igényel, amelyet a b) ábrának megfelelően lehet csatlakoztatni. Ugyanitt csatlakoztatható az RS485-kártya is.

#### 4.4 Mérési feladatok

1. Adjon a híd bemenetére 6 kHz frekvenciájú, 2 V effektív értékű szinuszjelet, a kimenetet vezesse mérőerősítőre, illetve sávszűrőre a 4.8. ábra szerint! Oszilloszkóp segítségével vizsgálja meg, milyen jelszintek és jelalakok mérhetők az egyes egységek kimenetén! Milyen zavarjelek terhelik a mérendő jelet?
2. Csatlakoztasson multimétert a szűrő kimenetére, és az állítható súlyok segítségével minimalizálja a feszültséget (feltehetően csak igen kis állításra van szükség)! Mi a maradó feszültség oka?
3. Különböző ismert súlyok segítségével vegye fel a mérleg statikus karakterisztikáját! (A mérleggel maximálisan kb. 100 g súly mérhető.) Határozza meg a közelítő lineáris összefüggést a súly és a feszültség között! Mekkora a linearitási és az ofszethiba?
4.  $k = 2$  feltételezésével határozza meg, adott súly esetén mekkora a lemez relatív megnyúlása!



5. Csatlakoztassa a DSP-modult a hídhoz! A nullázás funkciót kiválasztva kompenzálja a terheletlen hidat!
6. Folyamatos mérés üzemmódban oldja meg újra a 3. feladatot! A mérés során ügyeljen arra, hogy a lengések megszűnése után olvassa le a szükséges értékeket!
7. Az illesztett egyenes meredekségét beírva tesztelje az elektronikus mérleget! Mérje meg egy adott test (pl. pénzérme) tömegét!
8. Egyszeri mérés üzemmódban gyűjtsön adatot egy adott súly mérlegre rakását követően! Mekkora a beállási idő, a végérték 1%-ára vonatkoztatva?