

Műszeripari Kutató Intézet

Mágnesszalagos analóg jelrögzítő és alkalmazási lehetőségek  
az orvostudományban

Bártfai Emil

A mágnesszalagos analóg jelrögzítő potenciálisan mindazon helyen felhasználható, ahol a jelenség időbeli lefolyása villamos feszültség (áram) alakjában nyerhető, és ezen adatjel tárolására, memorizálására szükség van.

A felhasználás csaknem 100 %-ában a rögzítő lényegében "aktatáska"-szerepet játszik, vagyis felhasználója számára időben rendkívül maradandóan megőrzi a vizsgált folyamat időfüggvényét és ezt adott helyen pl. oszcilloszkóp-ernyőn megjeleníteni képes.

Meg kell említeni néhány olyan konkrét alkalmazási területet, ahol már szinte rutinszerűen dolgoznak mágnesszalagos rögzítővel.

Állatkísérleteknél, élettani és gyógyszeres kutatásoknál, rendelőintézeti és kórházi EEG-osztályon EEG jelek rögzítésére alkalmaz-  
zók.

Állatkísérletek esetén az agyra különböző körülmények között ható ingerlések hatását lehet vizsgálni, az állat fejére helyezett elektródák által szolgáltatott EEG jelek rögzítésével, majd értékelésével.

Idegi eredetű panaszok, betegségek esetén a páciens EEG-jeleit rögzíthetők gyógyszeres kezelés előtt, közben és néhány hét múltán, kezelés után, adatszalagra, egymás alá (több nyomon). Visszajátszás esetén szemmel is értékelhető a hullámformák különbözősége. A jelek analízátorral történő elemzése pedig kvantitatív differenciák kimutatására alkalmas: például az egyes hullámok időtartama (tehát hullámhossz, ill. frekvencia) függvényében ábrázolva az egyes hullámok jelentkezési számát (analízátorral nyert adatok) olyan, a kezelés előtt magas frekvenciás tartományban maximummal bíró görbét nyerünk, amely kezelés közben az alacsonyfrekvenciás tartomány felé tolódik el, jelezve a kezelés hatását, vagyis a beteg megnyugvását.

Az alacsony aktivitásúaktól függően szükség lehet csaknem egyen-  
áramtól 2-3 kHz-ig terjedő jel rögzítésére.

A fizioiógiában is kihasználják az emberi és állati szervek idegimpulzusainak rögzíthetőségét. A művétagokra - különösen a kézre és a karra - vonatkozó kutatásokban és az ilyen készüléknek közvetlenül az agy- és idegsejtekből nyert impulzusokkal történő írányítására vonatkozó kutatásban nagy segítséget jelentett a mágnesszalagos rögzítő (pl. Angliában, aholis speciális jelgenerátorként alkalmazták a fejlesztés során).

Kiterjedten alkalmazzák akciós potenciálok lefolyásának rögzítésére. Izommozgások nyomkövetésénél is alkalmazzák, nyúlásmérő bélyeggel mint mérőátalakítóval kombinálva.

A következőkben néhány olyan példát sorolunk fel, ahol bonyolult orvosi adatfeldolgozó rendszerek integráns részét alkotja a mágnesszalagos jelrögzítő, illetve felhívjuk a figyelmet arra, hogy nemcsak a műszer-minőségű, FM-módszerrel működő rögzítőt alkalmazták ma már az orvostudományban, hanem a digitális adatrögzítőt is, (nemcsak számítógép-perifériákra gondolunk), sőt a video-rekordert is.

Ugyancsak felhívjuk a figyelmet arra, hogy intenzív fejlesztést végző cégek ma már rendkívül összetett értékelő, elemző rendszereket, számítógépesített laboratóriumokat produkálnak (software és hardware értelemben), csaknem ipari tömegtermékként és ezeknek ugyanúgy szerves része a mágnesszalagos analóg jelrögzítő, mint az oszcilloszkóp vagy egyéb display (megjelenítő) műszerek vagy direktírók.

A betegfigyelő műszerek egyikeként alkalmazzák a mágnesszalagos jelkésleltetőt (pl. HP 7805C). A készülék végtelenített mágnesszalagos rögzítő, amely rekorderrel vagy az oszcilloszkóppal összekapcsolva a betegre nézve veszélyes helyzet előtti néhány másodperc eseményeit rögzíti.

Ilyen rögzített jelek lehetnek EKG jelek, pulzusszám, vagy artériás nyomás. A beteg kezeléséhez így azonnal felhasználhatók a veszélyhelyzet előtti adatok.

Fenti készülék kétcsatornás. Pl. rögzíthető egy betegnél az EKG és az artériás nyomás, vagy két beteg egy-egy adata. (A betegfigyelő műszerrendszerek a kórházak igen hasznos eszközeivé váltak, amióta alkalmazásuk során bebizonyosodott, hogy hathatósan segítik az ápolókat és orvosokat, gyorsan riasztva őket pl. koronária-problémák támadásakor. Friss statisztikák szerint a szív-okozta halálos esetek száma alacsonyabb azokban a kórházakban, ahol a páciens-monitorokat működtetik, és ez egyértelműen indokoltá teszi alkalmazásukat.)

A mágnesszalagos analóg jelrögzítőnek az előbb említett bonyolult rendszerében való alkalmazására egy példa az EKG értékelő rendszer (pl. HP 1530A).

A rendszer elektrokardiogramok számítógépes értékelésére készült, mérsékelt nagyságu kórházak és szűrő-klinikák számára. A beteget az adatgyűjtő kocsihoz kapcsolják. A beteg fekhelyétől a jelek a számítógéphez vagy telefonvonalon keresztül juthatnak el, vagy a jeleket a betegnél mágnesszalagra rögzítik és ezt juttatják el a géphez. A számítógép a beteg EKG-jeléről komplett, nyomtatott leletet készít.

A nyomtatott leleten olyan adatok vannak, amelyre a kardiológus diagnózisát alapozhatja. Minden jelciklus 20 adatát értékeli a gép. A beteg EKG-ját végülis normálisnak, határon lévőnek vagy abnormálisnak minősíti. E két utóbbi minősítéshez egy vagy több magyarázó állítást fűz.

A lelet tartalmaz még olyan azonosító adatokat, mint betegazonosító-szám, kor, nem, magasság, súly, ismert diagnózis, orvosi aláírásnak hely.

A számítógép telephelyén a gép grafikus görbét is ad, így azt láthatja is az orvos.

A gép számlázni is tud, valamint géphiba esetén a bejövő EKG jelet automatikusan mágnesszalagra rögzíti.

Egy leletet kb. 45 sec alatt készít, tehát a jelbevittől a kinyomtatás végéig ennyi idő telik el. Így 1 óra alatt kb. 75 EKG-t értékel, egy nap (8 óra) kb. 600 db-ot.

Csucsidőben, ha a bejövő jelgyorsaság meghaladja a rendszer feldolgozó kapacitását, a gép az adatokat tárolja és "szabadidejében" dolgozza fel.

Prioritás kapcsolható a bejövő jelekhez, pl. veszélyhelyzetben lévő beteg EKG-jele előbb dolgozható fel, mint rutin EKG a jelsorban.

Egy másik megemlítendő alkalmazási hely a számítógépesített szív-katéterező laboratórium. A rendszer felnőttek szív-katéterezésére szolgáló komplett hardware-software rendszer, a nyert adatok real-time analízisére.

A módszer lényege a nyomás-hullámforma azonnali elemzése. Az adatok mintavételezése után másodperceken belül nyerik az adatokat.

A rendszer ventrikuláris méréssel kezdi működését és diastolés nyomást,

a systolés nyomás csucs-értékét,  
dp/dt-t és  
pulzusszámot mér.

Méri az atriumban az "a" és "v" hullámot és  
a középnyomásokat.

Az aortában, vagy perifériális artériákban a számítógép méri a  
systolés,  
diastolés,  
és középnyomásokat, valamint  
dp/dt-t, tehát a nyomásváltozások sebességét.

A rendszer további 9 adat kiszámítására alkalmas, ugyancsak képes  
arra, hogy centralizálja és automatizálja a páciensről nyert azon in-  
formációk kezelését, amelyek

EKG-elektrodákról  
nyomás-mérőátalakítókról  
kézi-betáplálással

érkeznek a géphez.

Magáról a katéterezési folyamatról nemcsak katódsugárcsőves  
megjelenítőn nyújtja a kvantitatív adatokat, hanem beteglapot is nyit,  
fenntartja, nyers és elemzett adatokkal tölti fel, a katéterezési eljárás  
befejezéseként pedig jelentést nyomtat ki. A rendszer interaktív.  
A beteggel kapcsolatos információk bevitele után nyomógombok se-  
gítségével a kezelő kalibrálhatja az előerősítőket, ki- és bekapcsol-  
hatja az FM rögzítőt, bevihet off-line adatokat (pl. oxigéntelítések  
vagy Fick-féle szív-kimeneti adatok), kiválaszthatja a katéter hely-  
zetétől függő elemző programot, indíthatja a hullámformák adatainak  
mintavételezését, az adatok elemzését.

Az azonnali elemzés és az eredmény megtekinthetősége lehe-  
tővé teszi az orvosnak, hogy a katéterezési folyamat alatt is dönté-  
seket hozzon, megítélhesse, hogy az adatok elegendőek-e számára,  
vagy további méréseket kell végeznie diagnózisa meghatározásához.

A rendszerbe beépített mágnesszalagos sokcsatornás FM analóg-  
jelrögzítő fiziológiás adatjeleket rögzít, részben dokumentum jelleg-  
gel, részben a számítógép elromlása esetére, ill. a jeleknek a pro-  
cedura utáni újramegfigyelésére, másrészt további laboratóriumok fel-  
dolgozandó jeleit tárolja a számítógép számára.

A Stanford Egyetem kórházi laboratóriuma képmagnetofont is tartalmaz a katéter-elhelyezkedés anomáliáinak újra-, illetve többszöri megfigyelésére, és a katéter-bevezetés visszajátszására.

#### Specifikációs adatok készülékválasztáshoz

A mágnesszalagos rögzítők egyre bővülő felhasználási lehetőségei a készülék beszerzésére ösztökélik a majdani felhasználót. Felmerül a kérdés: milyen készüléket vásároljanak, melyek azok a specifikációs adatok, amelyeket szem előtt kell tartani, mit jelentenek ezek?

Az adat- és jelfeldolgozó, ill. gyűjtő műszerek ezen átlagosnál bonyolultabb fajtájának 10-nél jóval több lényeges specifikációs adata van, úgyhogy most csak azokat tekintjük át, amelyek mellőzése lehetetlen készülékválasztáskor vagy vásárláskor.

A specifikációs lapok három főcsoportba sorolva közlik adataikat: a szalagvívő-műre, a jel-elektronikára, valamint az általános tulajdonságokra vonatkozó adatszoportok.

Az általános adatok közül feltétlenül figyelembe kell venni a következő adatokat:

- 1.) Táplálás, fogyasztás, tehát a készülék működtetéséhez szükséges hálózati vagy telepfeszültség értéke, fajtája és ebből a készülék teljesítményfelvétele (pl.: 110-220-245 V + 10 % 50 vagy 60 Hz váltófeszültségről, vagy pedig 24 V egyenfeszültségről működtethető a készülék.)

A fogyasztás pl. 200 VA maximálisan, tehát az összes csatorna működtetésekor pl. 7+1 = 8 db csatorna esetén.

Vagy például 110 V, 180 VA, 4 csatorna esetén  
vagy 110 V, 200 VA, 8 csatorna esetén.

- 2.) Súly, méret.

Háromféle gépet különböztetünk meg:

- egy ember által hordozható (vagy koffer gépek),  
12-24, max. 30 kg. súlyúak,
- két ember által hordozható, 35-45, max. 50 kg. súlyú gépek,
- állványos, vagy nehéz gépek, géptermi, tehát helyhez kötött alkalmazáshoz, 55-75 kg., max. 250 kg. súlyhatárral.

- 3.) Rögzítési módszer.

A direkt és az FM-rögzítési módszer a két leggyakrabban használt technikai, mérési célú rögzítési módszer, mindkettőnek megvan a maga előnye.

A direkt rögzítési folyamat nagyfrekvenciás előmágnesező áramot alkalmaz, amelyet lineárisan hozzáad a jeláramhoz és átvezeti a rögzítőfej tekercsén. Visszajátzáskor a visszajátzó fejről nyert jelet erősítik, egyforma nagyságu amplitudóra hozzák (kiegyenlítik).

Az FM technika a rögzítendő jelet egyenáramulag csatolt erősítőn át feszültség-szabályozású oszcillátorhoz vezeti. Az adatjel amplitudója frekvencioeltéréssé konvertálódik, frekvenciája pedig ezen eltérés sebességévé. A frekvenciamodulált vivőt rögzítik a szalagra, annak mágnesezhető rétegét telítésig felmágnesezve. A visszajátzó fejről nyert jelet demodulálják, hogy visszanyerjék az adatjelet.

A direkt rögzítés adja a legnagyobb sávszélességet adott szalagsebességhez (120 ips (305 cm/s) - 2 MHz). Általában ott használják, ahol a jel frekvenciája tartalmazza elsősorban az információt.

Két alapvető korlátba ütköztünk direkt rögzítéskor: az egyik, hogy alacsony frekvenciákat (50 Hz alatt) nem lehet rögzíteni, a másik, hogy a nyert jel amplitudója igen instabil.

FM módszerrel viszont egyenjelig lehet rögzíteni és a jel amplitudója is érintetlen, ép, állandó nagyságu, ezért ott alkalmazzák e módszert, ahol az amplitudó adja az információt.

Adott szalagsebességnél az FM módszer nagyobb dinamikát ad, mint a direkt módszer, de sávszélessége kisebb.

Természetesen ahol szükséges, a D és az FM csatornák egyidejűleg alkalmazhatók.

#### 4.) Csatornaszám, szalagszélesség, szalag.

A csatornaszám és szalagszélesség összefügg. 1/4 hüvelykes szalagra rendszerint 4 nyomot, ritkábban 6-ot, a 1/2 hüvelykes szalagra 7 vagy 7+1 nyomot rögzítenek. A geometriai lehetőséget a fejcsoportban lévő fejek száma biztosítja, villamosan a csatornák közötti áthallás, illetve nyomszélesség szabhat korlátot. A rögzítő tulajdonságát részben a szalag határozza meg.

Aktiv rétegét alkotó vasoxid részecskéknél tulajdonképpen kell lenniük, nagy hossz - szélesség viszonyal. Minden részecskének a hordozóanyagra ragasztva hosszirányban kell elhelyezkednie. Ez az alak és elhelyezkedés is biztosítja a könnyű mágnesezhetőséget. A részecskék hossza nem lehet 10  $\mu$ -nél (kb. 0,2  $\mu$ -nál) nagyobb szélessávu szalagnál, hogy megfelelő feloldóképessége legyen a rögzítendő rövid hullámhosszúságu jelekre. Az aktiv rétegben a részecskéeloszlásnak hossz-, kereszt- és vastagság-irányban uniformnak

kell lennie, hogy a szalag elejéről, végéről és teljes szélességében bárholnan egyforma jel nagyságot nyerjünk.

Az aktív réteg vastagsága különféle. Alacsony frekvenciáknál a rögzítőfej fluxusa mélyebbre hatol, mint nagyobb frekvenciáknál, és így a szokásos rétegvastagságu 340  $\mu$ i (8,6  $\mu$ ) vastagságu szalag használata ajánlatos.

Vékonyrétegű szalag (200  $\mu$ i (5,0  $\mu$ ) szélessávu rögzítéshez használható, jobb szalag-fej egymáshoz simulás elérésére. (Ezeknél az alacsonyfrekvenciás válasz ugyanis korlátozott direkt-rögzítés esetén). Igen sima szalagfelület szükséges. A szalag-fej elemelkedéstől a jelvesztés  $55 d/\lambda$  módon függ (vesztés decibelben,  $d$  az elemelkedés,  $\lambda$  a rögzített hullámhossz). A szalag abrazívításának (koptatás) kicsinek kell lennie.

A ragasztóanyag szilikon kenőanyagot tartalmaz. Más alkotórésze viszont a szalag vezetőképességét növeli, hogy nagy sebességnél a szalag statikusan ne töltődjön.

Keménynek, szívósnak is kell lennie, hogy ne váljon le az oxidrészecske, mert ez drop-out-ot okoz (jelkiesés). A szalagszélesség nem lehet túlméretes és 0,1 mm-rel (0,004 mil) lehet csak keskenyebb, egyébként a szalagot nem kezeli simán a mechanika, változik a jel nagyság és időhibák lépnek fel.

A felhasznált szalagot, a kiválasztást befolyásolja még a kívánt maximális rögzítési idő. Ezt meghatározza a szalaghossz és a hordozó vastagsága, és limitálja a mechanika által kezelhető max. csévenagyság. Alacsony és közepes sáv szélességre 1 és 1,5 mil (25  $\mu$  és 38  $\mu$ ) műszerszalagok készülnek. Előbbi előnye a hosszabb rögzítési idő, utóbbi erősebb és ellenállóbb a megnyúlással, a kontakt-átmósolódással szemben.

#### Rögzítési idők

Hordozó	10 1/2 i (27 cm) cséve			14 i (36 cm) cséve		
	hossz		idő 152 cm/s (60 ips)	hossz		idő 152 cm/s (60 ips)
	láb	m		láb	m	
1,5 mil (38 $\mu$ )	2500	750	8 min	5000	1500	16 min
1 mil (25 $\mu$ )	3600	1080	12 min	7200	2160	24 min
1 mil <sup>+</sup> (25 $\mu$ ) vékony aktív- réteg	4600	1400	15 min	9200	2800	30 min

+/ spec. szélessávu szalag, ha 400 Hz alatti rögzítés nem szükséges.

A kiválasztás igen fontos szempontja a minimális rögzítendő hullámhosszon az érzékenység.

A hullámhosszt a  $\lambda = v/f$  összefüggés adja ( $v$  = sebesség,  $f$  = frekvencia).

Az érzékenységet a gyártó közli dB-ben, különböző hullámhosszakra.

A mechanikát illetően 3 főbb tényezőt kell tekintetnünk:

1/A sebességet, amely hat a rögzítési sávzélességre, az időalap nyújtására ill. zsugorítására és a rögzítési időre.

A sebességek általában 2,4 cm/s-tól 1,5 m/s (ritkábban még kisebb), ill. kb. 3 m/s tartományban helyezkednek el. A flutter és a jel/zaj viszony jobb nagyobb sebességeken. Az idő és sávzélesség kompresszió és expanzió azt jelenti például, hogy ha 40 kHz-es jelet rögzítünk 38 cm/s sebességen (direkt rögzítéssel), 4,7 cm/s-al visszajátszva 4 kHz-es jelet kapunk vissza. Ügyelni kell viszont arra, hogy direkt rögzítésnél az alacsonyfrekvenciás átvitel romlik. A fenti példában például a 800 Hz-ig terjedő jeleink elvesznek, minthogy a visszajátszó erősítő frekvencia átvitele fixen 100 Hz (pl.).

FM rögzítésnél az ilyen probléma nincs meg, mivel 0 Hz-től tud átvinni a rendszer.

2/A fluttert (sebességingadozást), amelyhez műszerminőségű rögzítőknél a 0,2 Hz-től 10 kHz-ig terjedő frekvenciájú szalagsebességingadozást sorolják.

Bizonyos nagyságú ingadozás mindig jelen van a mechanika és a szalag tökéletlenségeiből adódóan. FM rögzítésnél idő-alaphibákat és zajt okoz. A fluttert %csucs-csucsig, vagy %csucs formájában adják meg. (Pl.: 0,15%<sub>p-p</sub> 120 ips (3 m/sec -nél.)

Különböző gépek sebességingadozását azonos sebességen és sávzélességen kell összehasonlítani.

A flutter jelentősen csökkenthető, ha a mechanika konstruktőre felhasználja a szabályozástechnika eredményeit. Ha szabályozott, u.n. szervorendszert alkalmazunk, a 300 Hz-ig terjedő flutterkomponensek is hatásosan elnyomhatók.

Megemlítjük, hogy egy csatorna (FM) feláldozásával a flutter kompenzálható (csökkenthető).

3/A fő mechanika jellemző: a fejlet, amely szinte az egész rögzítő rendszer szive. Tulajdonságai kihatnak a sávzélességre, a jel/zaj viszonyra is, élettartama a jó minőségű rögzítés élettartamára. Pl. annak a rögzítőfejnek, amellyel 2 MHz-et akarunk rögzíteni, direktrögzítéssel 7-8 MHz-es előmágnesező jelfrekvenciát kell tudni kezelni.



Modern készülékek fejei nem lemezeltek, hanem ferrit-fejek, minimum 1000 óra működési élettartammal.

A rögzítő elektronikájának vonatkozásában legfontosabb adatok a sávszélesség, jel/zaj viszony és a torzítás.

A rögzítő sávszélességét a visszajátszó fej rés-szélessége, a szalagsebesség és a rögzítési módszer határozza meg.

A sávszélesség abszolút felső határát akkor érjük el, ha a rögzítési hullámhossz egyenlő a résszélességgel. Rendszerint a szalagkorábban korlátozza a felső frekvenciát. Adott résszélességhez a sávszélesség arányos a sebességgel.

A jel/zaj viszony a rögzíthető és visszajátszható jel nagyságok azon dinamikus sávja, amely elválasztható a rendszer zajától. Decibelelekben fejezik ki és direkt rögzítésnél elsősorban az elektronikának és a szalagzajnak a függvénye. FM rögzítésnél a legnagyobb jel/zaj viszonyt a flutter határozza meg, és véletlenszerű additív zajt okoz. A zajenergia legnagyobb része a 0-3 kHz sávba esik.

A harmonikus torzítás a rendszer nonlinearitásának mértéke. Ez egy vagy több felharmonikus %-os nagysága a szinuszos alappfrekvenciára vonatkoztatva. Direkt rögzítésnél a 3. harmonikus dominál. A rögzítési szintet úgy kell beállítani, hogy 1 vagy 2 %-os torzítást nyerjünk acélból, hogy a legjobb kompromisszumot érjük el a torzítás és a jel/zaj viszony között.

Jelentősebb 2. harmonikus torzítás mágneseződött fejre, vagy elektronikára vagy aszimmetrikus előmágnesező jelre utal.

Befejezésül a Műszeripari Kutató Intézetben kifejlesztett készülék főbb adatait ismertetjük:

A berendezés műszer minőségű jelrögzítő. Bemeneti és kimeneti adatai, valamint távvezérelhetősége alapján bármely automatikus mérőrendszerben való felhasználásra is alkalmas.

Műszaki paraméterei az ipari, az orvosi és a tudományos kutatási területeken egyaránt laboratóriumi pontosságú rögzítést tesznek lehetővé.

A jelrögzítő korszerű szilícium alapanyagú félvezető és integrált áramkörök felhasználásával készült. Felépítését tekintve mind mechanikai, mind villamos szempontból moduláris, méreteit és súlyát tekintve pedig két ember által hordozható kivitelű.

A mágneses szalag folyamatos, négy különböző sebességgel való mozgatását három motor végzi. A szalagtovábbítás fokozott egyenletességének biztosítására a szalagtovábbítást hiszterézis szinkron motor végzi.

A szalagtovábbítás hibamentességét automatika biztosítja. Ez megállítja a szalagtovábbító művet szalagvég-jelzéskor, a tápfeszültség kimaradásakor, szalagszakadásakor, nem engedi indulni szalag nélkül.

A szalagpozíció jelzése négy helyértékes kijelzővel történik. A szalagtovábbító mű 1/4", és 1/2" szélességű szalagok továbbítására egyaránt alkalmas ( a szaggörgők cseréjével).

A 6,25 mm széles szalagon négy analóg, vagy három analóg és egy azonosító nyomon rögzíthető jel.

12,5 mm széles szalagon hét analóg és egy azonosító nyom rögzíthető.

A mágnesszalag típusát tekintve egyaránt lehet műszer- vagy a kereskedelemben kapható jóminőségű szalag.

A szalagorsók soros elhelyezése, az alkalmazható legnagyobb orsódátmért 266,7 mm (10 1/2") NAB szabványú magnyílással.

A rögzítés időtartama a legkisebb sebességen 8 óra.

A jelrögzítő FM módszerrel dolgozik. A csatornák száma - fiókrendszerükből következően - 1-től max. 7-ig terjed. Minden FM csatorna a kezelőlapján található műszer segítségével hitelesíthető. Ugyanezen műszer segítségével üzem közben a kivezérlés mértéke figyelemmel kísérhető. A készülék tulvezérlésindikátort is tartalmaz.

Az alkalmazott fejek a legkorszerűbb, hosszú élettartamu ferritfejek.

#### Rövid specifikáció:

##### Szalagtovábbító mű:

Szalagsebességek:	38, 19, 9,5 3,8 cm/sec
Szalag:	1/4" vagy 1/2" széles 35 $\mu$ m, 26 $\mu$ m, 18 $\mu$ m vastag, Műszer vagy HI-FI minőségű.
Orsók:	$\varnothing$ 10 1/2" max., NAB szerinti belső nyílással
Szalagsebesség-pontosság:	$\pm$ 0,2 %
Flutter:	38 és 19 cm/s sebességen -0,25 %p (0,2 - 300 Hz sáv szélességen mérve)
Fejek:	Philips ferrit-fejek

FM csatorna:

Frekvenciamenet:	Sebesség	Sávszélesség (-3 dB)
	38 cm/sec	0 - 5 kHz
	19 cm/sec	0 - 2,5 kHz
	9,5 cm/sec	0 - 1,25 kHz
	3,8 cm/sec	0 - 500 Hz
Jel/zaj viszony:	min. 40 dB (RMS)	
Harmónikus torzítás:	1,5 %	
DC drift:	0,05 % / C°/8 óra	
linearitás:	± 1 %	
Bem. szint:	0,2 - 10 V <sub>eff</sub>	
Bem. imp.:	10 kohm/100 pF aszimmetrikus	
Kim. szint:	1 V <sub>eff</sub>	
Kim. imp.:	100 ohm	

Azonosító csatorna:

Mikrofon:	dinamikus
Rögztési szint:	aut. szintszabályozás 40 dB
Frekvenciasáv:	250 Hz ... 2,6 kHz
Visszajátszási szint:	állítható / 1 V <sub>eff</sub> 5 ohmon/
Monitor:	beépített hangszóró

Üzemeltetés:

Tápfeszültség:	220 V ± 10 % 50 Hz
Teljesítmény:	200 VA
Hőmérséklet:	+ 15... + 45 C°
Rezgés:	normális kezelés és szállítás
Porvédelem:	szalagutra

Fizikai jellemzők:

Súly:	kb. 45 kg
Méret:	kb. 650 x 400 x 450 mm

Szállítás a megrendeléstől számított egy éven belül.

A készülék várható ára: kb. 390 eFt (7 + 1 csatorna)

A műszaki adatok tájékoztató jellegűek. A változtatás jogát a Műszeripari Kutató Intézet fenntartja magának.

(Műszeripari Kutató Intézet, Bpest, XIII. Véső u.3., Telefon: 205-860, 291-201).