

Digitális kártyák vizsgálata „TESTOMAT-C” mérőautomatán

NÁGY SÁNDOR ZOLTÁN
FRIGYES IVÁN
BHG

BEVEZETÉS

Az elektronikus termékek minőségét alapvetően az alapanyagok tulajdonsága, a gyártástechnológia műszaki színvonala és a vizsgálati módszerek összessége szabja meg.

Napjainkban, amikor a kvázielektronikus telefonközpontok jórészt digitális integrált áramköröket tartalmazó panelokból épülnek fel, a panelvizsgálati módszereknek is alkalmazkodniuk kell az új technikához. A mérendő NYÁK-lapok bonyultsága — amely a jövőben még inkább növekedni fog — megköveteli automatikus mérőrendszerek alkalmazását.

A digitális integrált áramköröket tartalmazó NYÁK-lap tesztelése során elvégzendő mérések a következők:

- A funkcionális vizsgálat a logikai változó mérését jelenti az állapottábla v. utasításkészlet alapján. A mérés információt ad a panel funkcionális működéséről beállítható peremfeltételek mellett (hőmérséklet, tápfeszültségváltozás.)
A funkcionális vizsgálat ellenőrizhető tehát a logikai működés.
- Statikus paraméterek ellenőrzése alatt a logikai változókat jelentő feszültség szintek mérését értjük terhelés mellett. Ezek a vizsgálatok pontos feszültség és árammérés elvégzését igénylik állandó áram ill. feszültség mellett.
- A dinamikus vizsgálat a logikai szint változása során megjelenő impulzusok paramétereinek mérését jelenti.

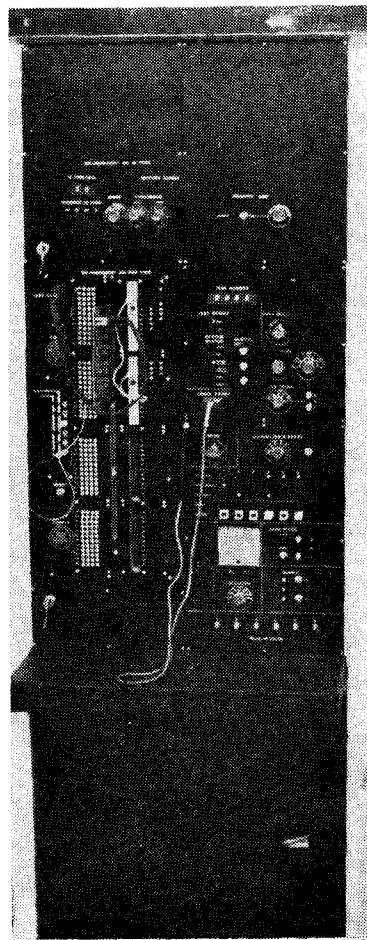
A piacon sokféle, intelligens, jó műszaki paraméterekkel rendelkező automata vizsgálóberendezés található. Pl. Membrain rendszer, Flash, Testomat stb. A vásárlásnál azonban ésszerű kompromisszumot kellett találni az ár és a minőség között, figyelembe véve a devizával való takarékoságot is.

A BHG illetékesei a SZTAKI-ban kifejlesztett „Testomat-C” mérőberendezés mellett döntöttek. (1. ábra).

1. A „TESTOMAT-C” MÉRŐAUTOMATA RÖVID ISMERTETÉSE

A „Testomat-C” berendezés off-line üzemmódban GO—NOGO vizsgálatokat végez.

Az automata a vezérlőprogram alapján megállapítja, hogy hibátlan-e a vizsgálat alatt álló panel. Hibás



B 126-1

1. ábra. A „Testomat-C” mérőautomata

panel esetén a hiba behatárolása manuálisan történik.

A vizsgálóprogramokat egy CDC 3300 nagyszámítógép segítségével állítjuk elő.

A rendszert, on-line üzemben egy kisszámítógép vezérli, melynek segítségével a hibajelzésen kívül mód van automata hibalokalizációra is.

A mérőautomata tesztrendszerű vizsgálatokat hajt végre. A következő folyamatok történnek ciklikusan: adatbevitel, egy teszt végrehajtása, (bemenő feltételek előállítása és kimenő paraméterek mérése), majd a következő tevékenységciklus meghatározása, amely az információfeldolgozástól függ.

2. VIZSGÁLANDÓ ÁRAMKÖRÖK ÉS A VIZSGÁLATOK MEGVALÓSÍTÁSÁNAK MÓDJAI

A telefontechnikai áramkörök közül alapvetően az itt is mind jobban térhódító TTL integrált áramkörökből felépülő NYÁK-lapok teljes vizsgálata volt a feladat. Ebbe a körbe a logikai funkciókat ellátó áramkörök, a memóriák, valamint a vizuális kijelzők és egyéb digitális áramkörök tartoznak. Bonyolultságuk miatt a teljes vizsgálat csak automatikus úton lehetséges, mert csak így lehet megvalósítani több száz, esetleg több ezer vizsgálati lépést.

2.1. Logikai áramkörök

A logikai áramkörök bemérésénél az a követelmény, hogy üzemi körülményeket szimulálva ellenőrizzük a logikai funkciókat és a dinamikus működést a tervezők által előírt feltételek szerint. A vizsgálat négy alapvető paraméter mérésére terjed ki.

- Az áramkörök logikai működésének vizsgálata a legalapvetőbb feladat. A bemeneti kapcsolatokra megfelelő kombinációt generálva, a kimeneti válaszjelek adnak információt a mért áramkör helyes vagy helytelen működéséről. Ebben a vizsgálatban a durvább hibák derül-

nek ki. Ilyenek az alkatrészhibák forrasztásából eredő zárlatok stb.

A gép alapkiépítése olyan, hogy azok az analóg jellegű mérések is elvégezhetőek, amelyek célja a NYÁK-lapokon lévő passzív elemek vizsgálata. Így például az ellenállásokat áramgenerátor és feszültségkomparátor segítségével lehet tetszőleges tűrőhatárok mellett mérni.

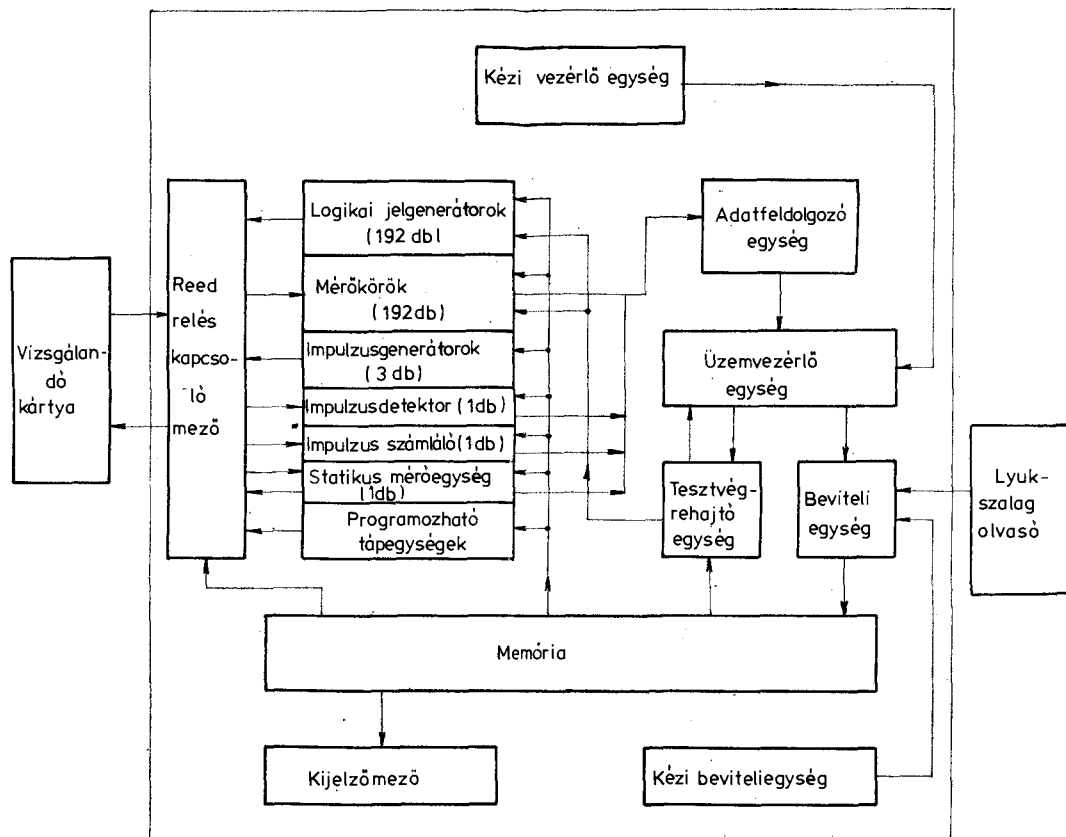
Egy egyszerű RC tag esetén a kondenzátor feszültségének változása — amely exponenciális jellegű — ún. „kettős mintavételezés” típusú méréssel követhető. Ezekben az esetekben az első mintavételi időpont a görbe kezdeti szakaszára esik, a második mintavétel pedig a végérték közelében van.

A mérési eredménynek természetesen különbözni kell egymástól.

- A működtetési és mérési sebesség változtatásával a logikai funkciókon kívül a mérendő áramkör dinamikai tulajdonságait lehet vizsgálni. A bemeneti változásokra adott válaszjelek mérése tetszőleges időpontban történhet, a bemenetekre többfázisú órajel csatlakozhat.

Ez a vizsgálat a legtöbb esetben szigorúbb, mint ami üzemi körülmények között előfordulhat.

Olyan hálózatoknál, amelyeknél a bekapcsolás után bizonytalan, előre nem meghatározható



[B 126-2]

2. ábra. A „Testomat-C” mérőautomata vázlatos felépítése off-line üzemmódban

állapot következik be, úgynevezett kereső mérőszorozattal lehet egy stabil állapotba eljutni. Ez történik például egy olyan számláló áramkör esetén, amelynek nullázó bemenete a mérés számára nehezen hozzáférhető belső pont. Kereső üzemmódban a gép egyesével ad órajeleket mindaddig, amíg a kívánt állapotba nem jut az áramkör.

- A program biztosítja, hogy méréskor a gép csak olyan logikai szinteket fogadjon el, amelyeket a katalógusok garantálnak, tehát a 0,4 és a 2,4 V közötti értékek normál TTL áramköröknél hibásak. Megjegyzendő, hogy a Testomat ideális jeleket generál, és nagy impedanciával mér, tehát nem Worst-case esetet állítunk be, de ha ez szükségessé válna, nincs elvi akadály olyan segédkárttyák alkalmazásának, amelyekkel a kimeneteket 10 egységterheléssel zárjuk le.
- A teljes vizsgálat egymás után háromszor fut végig a tápfeszültség névleges 5 V-os és attól $\pm 5\%$ -ra eltérő értékein. Ez biztosíték arra, hogy a mért áramkör üzemi körülmények között a tápfeszültség kismértékű ingadozása ellenére is jól fog működni.

2.2. Memóriák vizsgálata (RAM)

Az írható-olvasható nagykapacitású táruk mérése azért jelent problémát, mert a tárcakapacitással a vizsgálati lépések száma rohamosan növekszik. A RAM táruk vizsgálati módszereinek kiterjedt irodalma van. Sok elmélet született a memória tokok belső hibáinak felderítésére, amelyek az optimumot igyekeznek megtalálni a minél alaposabb vizsgálat és a még gyakorlatban kivitelezhető lépésszám között.

Jelen berendezésünkkel elméletileg elvégezhető a 2 Kbyte-os memória kártyáinak teljes vizsgálata, csak a programhordozó lyukszalag lenne túl hosszú, ami nem férne el az automata memóriájában, így lehetetlenné válna a sorozatos vizsgálat. Ezért a teljesség igénye nélkül a jelenlegi vizsgáló program, mely két részből áll, csak a durva hibák kiszűrésére szolgál.

A vizsgálat első felében a logikai áramkörökhöz hasonló módon az esetleges fólia, forrasztási és egyéb alapvető, egyszerűbb tokszintű hibák felderítése történik meg. A címzővezetők NYÁK-lapon való szakadása vagy zárlata az alábbi vizsgálatból tűnik ki:

- Logikai „0”-t írunk az 0., 1., 2., 4., 8., 16., 32., 64., 128., 256., 512., sorokba és megmérjük ezeket.
- Logikai „1”-t írunk az 1. sorba és mérjük ezt, majd mérjük a 0. sort, hogy ott még logikai „0” van-e.

Ha szakadt vagy zárlatos ez a címvezeték, akkor nincs különbség a 0. és 1. sor között, tehát az előző információ felülíródik, elvész. Ezen az elven a többi címzővezeték hibája is lokalizálható oly módon, hogy sorban mindegyik címre logikai „1” kerül beírásra, és minden lépés után a 0. sor információját is kiolvassa a gép.

A vizsgálat második felében a RAM tokok teljes átmozgatása történik. Sakktábla beírásával az esetleges totális cellahibák vagy címző áramköri hibák fedhetők fel. A sakktábla úgy áll össze, hogy a páros sarokba „0”-t, a páratlanokba „1”-t ír a gép és ellenőrzi a beírás helyességét, majd fordítva is előállítja ugyanazt a mintát. Végül teljesen törölt RAM mezőbe soronként ír „1”-t miután ellenőrizte, hogy előzőleg ezen a címen logikai „0” volt. Ez a vizsgálat is kiterjed a teljes RAM területre.

Mint már említettük, elképzelhető, hogy a gépről lekerülnek nem teljesen hibátlan kártyák is (bár nagyon kis számban), de ezek az úgynevezett „intelligens” hibák is kiderülnek a végső központvizsgálatnál.

2.3. Vizuális kijelzők

Ide tartoznak az alfanumerikus kijelzők, fénydiódák, valamint az ezekből felépített kijelző mezők. E vizsgálatoknál az automata csak a vezérlő szerepét látja el, az ellenőrzés a dolgozó feladata, így nem különböztethető ki a szubjektív megítélés.

A vezérlő programnak ezért olyannak kell lennie, hogy az előforduló hiba a legszembeötlőbb legyen, figyelembe véve az emberi szem tulajdonságait.

Két tényező befolyásolja a felvillanások, vagy ábraváltozások ütemét. Ezek egyike a már előbb említett, ez emberi szem változásokra való reagálása, vagyis hogy milyen sűrű információ változást képes biztonsággal felismerni egy adott situációban a vizsgálatot végző személy. A felső időhatárt az a gyakorlati szempont korlátozza, hogy az egész vizsgálat ne legyen túl hosszú, egyrészt mert a gép sok idejét kötné le, másrészt pedig a túl lassú, de mégis állandó figyelmet követelő munkák a dolgozót jobban igénybe veszik, koncentráció képessége hamarabb csökken.

E két tényezőt figyelembe véve a vizsgálat ütemét 1 másodpercre választottuk. Ez az idő elegendő akár 10 db, alfanumerikus kijelző működésének ellenőrzéséhez is, ha azok egymás mellett vannak és ugyanazt a számot illetve betűt mutatják. A hibás kijelzés tapasztalataink alapján nagyon szembetűnő. A vizsgálat úgy fejeződik be, hogy mindegyik kijelző sorrendben más számot mutat, és ez tetszőleges ideig szemlélhető.

Hasonló megfontolásokból egy 10×10 -es fénydiódás mátrix ellenőrzésénél nem egyesével villantjuk fel a 100 db. LED-t, hanem egymásután az oszlopokat, majd sorokat, így a mérés ideje egyötödére csökken. Az ilyen lehetőségeket is úgy kell kihasználni, hogy a vizsgálat kiterjedjen az áramkör minden részére. Bár az ilyen programok megírása jóval több időt vesz igénybe, a tapasztalat szerint ez megéri a fáradságot.

2.4. Nem TTL szintű digitális áramkörök vizsgálata

A telefontechnikai berendezésekben sok olyan áramkör fordul elő, amelyek működésüket tekintve digitálisak, de nem TTL szinten üzemelnek. Ezek közül többet bonyolultságuk miatt automatikus vizsgálatnak kellett alávetni. Mivel a „Testomat-C” TTL

szintekkel működik, szintadaptálást kell végezni oly módon, hogy az automata és a mérendő panel közé feszültségátalakító adaptert iktatunk. Ez két feladatot lát el. Először is a mérendő jeleket TTL szintekre osztja (vagy TTL jeleket emeli tetszőleges feszültségekre), másodsor biztosítja a Testomat védelmét, hibákból (esetleg kezdeti programhibákból) eredő túlfeszültségek, túláramok ellen.

Egy adapter annyi elemi áramkörből áll, ahány kapcsolópontos a mérendő panel (kb. 120). Minden ilyen nem TTL szintű digitális panelnek van egy saját adaptere önálló dobozban és egy kábelköteg (sodrott vezetékekből), amely összeköti a mérőautomatával. Ezen vezetékeken csak TTL áramok folynak. A mérendő panel tápfeszültségeit a Testomat állítja elő +/- 24 V-ig, vagy külső stabilizált, áramkorlátozott tápegységet alkalmaznak. A mérőadapter áramkörök tulajdonképpen egyszerű feszültségosztók. Ha pozitív feszültséget kell leosztani az alsó ellenállás (R_2) a földre kapcsolódik, ha negatív feszültséget kell pozitív tartományban húzni akkor az osztó alsó tagja a +5 V-ra kapcsolódik. Értékük kohmos nagyságrendben van, így semmilyen körülmények közt sem folyhat olyan nagy áram, ami tönkretethetné az automata mérőköreinek védődiodáit, esetleg a belső áramköröket (3. ábra).

A logikai jeladók TTL szintekkel vezérelt PNP vagy NPN tranzisztoros inverterek, 8,2 k Ω -os bázisellenállással, és esetenként soros kollektorellenállással. Az elválasztó tranzisztorok és ellenállások együtt biztosítják a teljes védelmet. Olyan esetekben, ahol TTL áramköröket kell működtetni vagy mérni, szintén van elválasztó tranzisztoros inverter (4. ábra) vagy soros 1,5 k Ω -os ellenállás.

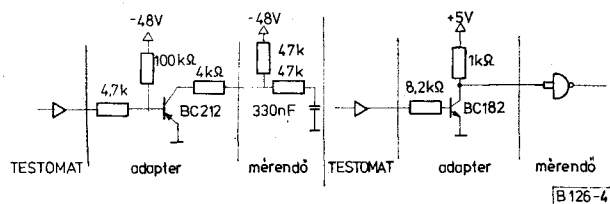
Az adapterek használatával a gép maximális működési sebessége csökken, egyrészt az alkalmazott tranzisztorok határfrekvenciája, másrészt a viszonylag hosszú, mintegy 1 méteres vezeték miatt. Mivel a nem TTL szintű digitális panelek a telefonközpontokban betöltött szerepük szerint nem igényelnek gyors működést, az adapter nem befolyásolja jelentősen a mérést. (5. ábra).

2.5. Vonaladó és vonalvevő áramkörök vizsgálata

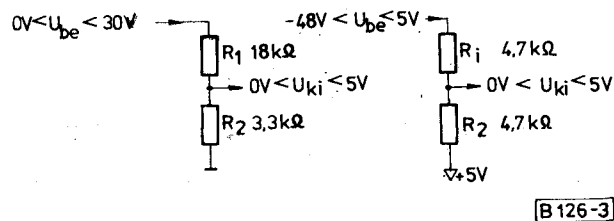
A digitális panelek egy részében SN 75110 és /vagy SN 75107 vonaladó, illetve vonalvevő áramkörök találhatóak. Ezen NYÁK-lapok Testomaton történő vizsgálata nehézségekbe ütközik, mivel a vizsgáló automata felépítése olyan, hogy TTL szinteket ad, illetve TTL szinteket érzékel (mér) asszimmetrikus módon. Ahhoz tehát, hogy a vonaladókat és vonalvevőket tartalmazó NYÁK-lapokat is a „Testomat-C” berendezésen tudjuk vizsgálni, szükséges a mérőautomata kiegészítése oly módon, hogy képes legyen szimmetrikus feszültségek leadására és mérésére. Ezt a feladatot látja el egy vonalillesztő adapter, amely a Testomat kiegészítő egysége lesz bizonyos NYÁK-lapok mérésekor.

Az adapterkártya vonalvevő és vonaladó áramköröket tartalmaz a kiegészítő elemekkel együtt.

A mérendő panel nem közvetlenül kapcsolódik a mérőberendezéshez, hanem ezen az adapterkártyán



3. ábra. Mérő adapteráramkörök



4. ábra. Logikai jeladók

keresztül oly módon, hogy pl. a mérendő panelen levő egy vonaladó kimenete az adapterkártyán lévő vonalvevő bemenetéhez csatlakozik. Így a „Testomat-C” végeredményben TTL szintekkel dolgozhat a vonaladó és vonalvevő áramkörök tesztelésékor is.

3. A HIBÁK JELLEGE ÉS A VIZSGÁLAT GYORSASÁGÁT MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK

A vizsgálóprogram lefutásának ideje általában 5–6 másodperc, bizonyos esetekben, például ha a panel vizuális kijelzőket tartalmaz, 30 másodperc. A felcsatlakozási időket is felszámítva kb. 1 percig tart egy jó panel vizsgálata.

Rossz áramkör esetén a hibák jellegétől függően a tesztelési idő természetesen megnövekszik. Az előforduló hibák a gyakoriság sorrendjében a következők:

- fóliahiba (szakadás, zárlat)
- forrasztási hiba
- beültetési hiba
- alkatrész hiba
- egyéb

A hibabehatárolás gyorsasága három tényezőtől függ:

- áramkör bonyolultsága
- a program hatékonysága
- a vizsgálatot végző személy szaktudása.

Az áramkör bonyolultsága attól függ, hogy a panelen lévő egy adatút bemeneti és kimeneti pontja között hány alkatrész található. Bonyolult áramkör esetén a legegyszerűbb szakadási hiba behatárolása is problémát okoz, mert a programozó számára a belső pontok csak IC szonda segítségével érhetők el. Ekkor természetesen a programozás válik hosszadalmasabbá, ezenkívül a vizsgálatot végző személynek is tovább tart egy panel tesztelése a gyakori szondahasználat miatt. (A szondával vagy szondákkal több tokra kell egymás után felcsatlakozni, és ezekben az időközökben a vizsgálat szünetel.) A szon-

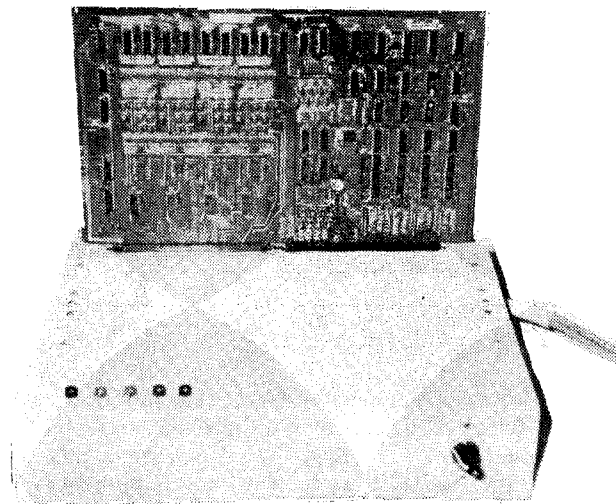
dák nehézkes használata miatt jelentkezett az igény egy olyan adapter kifejlesztésére, amely segítségével a vizsgálandó panel belső pontjai is könnyen elérhetőek.

4. A FEJLŐDÉS TÁVLATAI

A „Testomat-C” 192 kapcsolpontra tud egyidőben jelet mérni vagy generálni. Előfordul azonban, hogy ez a szám nem elegendő, mert egy olyan félig beültetett NYÁK-lapot kell vizsgálni, amelyben a mérendő pontok száma esetleg több száz, és ezek a nyomtatott áramköri lap belsejében vannak. Ide a későbbiek során kerülnek be más, nem digitális áramkörök, miután méréssel meggyőződünk róla, hogy a TTL áramkörökkel részben beültetett alap NYÁK-lap hibátlan.

Példánk szerint egy 128 kapcsolpontos áramköri lap 240 belső pontját kell megvizsgálni. A 128 kapcsolpontra közvetlenül össze kell kötni a „Testomat-C”-vel, így annak a fennmaradó 64 kapcsolpontra használhatjuk fel a 240 belső pont mérésére. Ez időosztásos módon lehetséges. Olyan áramkörre van szükség, amely például egyszerre 60 mérendő pont információját juttatja el a géphez, majd utána másik hatvanat ugyanazon mérőpontokra, és így tovább. A fennmaradó 4 kapcsolpont oldja meg az időosztásos működést, így max. 16×60 kapcsolpont mérhető egymás után. Ez egyszerű TTL kapuáramkörökkel vagy multiplexerekkel megvalósítható, de jobb megoldás, ha analóg MOS multiplexereket alkalmazunk. Ezek a MOS áramkörök a 4000-es sorozatból ma már ugyanolyan általánosan elterjedtek, mint a TTL áramkörök és alkalmazásuk több előnnyel jár:

A kiépítés egyszerű, hiszen csak egymás mellé kell



B 126-5

5. ábra. Adapter a QA96/MRK alközpont NYÁK-lapjaihoz

rakni pl. 4051-es tokokat, címzővezetékükkel összekötve, és kész a 8-ról 1-re kapuzás. Ezen túl az az előny is megvan, hogy a mért szinteket nem változtatjuk meg, és az egész áramkör oda-vissza átlátszó, így esetleg generálni is lehet logikai jeleket adott belső pontokra. Ezt csak a 12 V-os tápfeszültségnél jellemző mintegy 80Ω -os ellenállás korlátozza, de 2–3 bemenet párhuzamos vezérlése már nem ütközik nehézségbe. Az áramkör TTL kompatibilis, végül nem utolsó szempont az sem, hogy a MOS multiplexerek fogyasztása nagyon kicsi, tehát külön tápegység alkalmazása nem szükséges. A mechanikai csatlakozást egy fix tűággal kívánjuk megoldani.