

# Szerelt nyomtatott kártyák bemérésének TESZTOMAT berendezéssel és TPA-i számítógéppel segített módszere

ETO 621.3.049.75.08:681.32.06

A logikai hálózatok egyre növekvő integráltsága következtében a szerelt nyomtatott kártyák bemérése az ismert, hagyományos módszerekkel szinte lehetlenné válik, számítógéppel segített módszerekre van szükség. Jelen leírás a bemérési utasításnak és a kártyák bemérésének egy lehetséges változatát mutatja be, mely TESZTOMAT berendezésre és a TPA-i számítógépre írt TESZTO elnevezésű programra épül.

A TESZTOMAT lyukszalagvezérlésű célberendezés, amely 48 csatlakozópontos, szabványos nyomtatott áramkörü lapon elhelyezett integrált áramkörökből felépített digitális hálózatok bemérésére alkalmas. A berendezés az MTA-SZTAKI-ban készült.

Rövid idővel azután, hogy az ORION-ban a berendezést használatba vettük, kiderült, hogy a vezérlő lyukszalag előállítás bonyolult és időtrábló feladat. Ekkor készült a TESZTO nevű, bemérési utasítást értelmező és azt TESZTOMAT „gépi kódú” lyukszalaggá átalakító program. A több, mint egyéves felhasználói tapasztalat birtokában joggal állíthatjuk, hogy a TESZTOMAT berendezés mérési lehetőségeit kihasználó, annak terminológiáját követő TESZTO nyelv a bemérési utasítás megadásának egyik fő eszköze lett.

A TESZTO nyelv létrehozása tulajdonképpen kísérlet volt. A program megírásának elsődleges célja az volt, hogy nyomtatott lapok TESZTOMAT berendezéssel történő beméréséhez szükséges vezérlő lyukszalagot könnyen és gyorsan lehessen előállítani. Csak másodlagos szempont volt, hogy az ehhez szükséges forrásnyelvű program könnyen érthető és jól áttekinthető legyen. Ezt a szempontot is sikerült megvalósítani, így módon a forrásnyelvű program egyben a dokumentálás követelményének is eleget tesz.

A továbbiakban a TESZTOMAT és a TESZTO nyújtotta lehetőségeket mutatjuk be.

## A bemérés folyamata

A TESZTOMAT a vezérlő lyukszalag által előírt mérések sorozatát végzi el a bemérendő lapon. Az egyes mérések lényege az, hogy a berendezés a program által előírt bemeneti kapcsolatokra a program által előírt logikai szintet helyezi és a program által definiált kimeneti kapcsolatokon megjelenő logikai

szint feszültségértékét és válaszidejét összehasonlítja a programban megadott értékkel.

A tápfeszültség, a föld, az órajel bemeneteket, valamint az összes bemenő kapcsolatot a berendezés manuálisan, a mérés megkezdése előtt az ún. „dugaszsáv” segítségével kell definiálni. Minden egyes — egymástól különböző — nyomtatott laphoz egy forrasztott dugaszáv, a lap bemérési programját tartalmazó vezérlő lyukszalag és a bemérési program TESZTO nyelven leírt utasítássorozata tartozik.

## A forrás program felépítése

A TESZTO program sorszámokkal azonosított mérések sorozata. Az egyes mérésekben belül található az illető mérést előíró utasítások.

Az utasítások három csoportba oszthatók:

1. A mérések jellegét, feladatát, a mérés kiértékelésének feltételeit meghatározó utasítások. Ide tartoznak az ún. FŐ-, MELLÉK- és ÓRAJEL — utasítások.

2. Azonosító utasítások. Ide az egyes mérések sorszámát azonosító, a kimeneti és bemeneti kapcsolatokat azonosító utasítások tartoznak.

3. Egyéb mérésirányító utasítások. Ide tartoznak a TESZTOMAT olyan lehetőségeit kihasználó utasítások, mint a feltételes mérés kihagyás, a mérésszám-lálás letiltása stb.

Az utasítások három karakterből álló, vesszővel lezárt mnemonikus szimbólumok, melyekhez különböző paraméterek tartoznak.

### a) A mérési sorszám azonosítása.

MER, N, ahol  
MER a mérési sorszámot azonosító utasítás szimbolikus jele;  
N a MER utasítás paramétere, a mérést azonosító szám.

A TESZTOMAT berendezés előlapján levő mérésszám-kijelző minden egyes mérés elvégzése után eggyel növeli értékét, így módon a programban szereplő számmal azonosítható.

Hibásnak minősített mérés esetén a TESZTOMAT a programfutást felfüggeszti, a hibás mérés sorszáma a mérésszám kijelzőről leolvasható.

Az azonosítás érdekében az N értékét célszerű a természetes számok növekvő sorrendjében felvenni.

b) *FŐ*-utasítás.

A *FŐ*-utasítás a mérés jellegét, a mérés típusát határozza meg. A TESZTOMAT a következő 5 mérés-típus valamelyikét fogadja el a mérések végrehajtásához:

1. — A program által előírt bemeneti kapcsolatokra kerüljön az előírt logikai szint.
  - Mérés nincs.
2. — A program által előírt bemeneti kapcsolatokra kerüljön az előírt logikai szint.
  - Egy ütemidőnyi várakozás után a mérendő lap órajel bemenetére kerüljön az előírt fajtájú és számú órajel.
  - Mérés nincs.
3. — A program által előírt bemeneti kapcsolatokra kerüljön az előírt logikai szint.
  - Ezzel egyidőben a program által előírt kimeneti kapcsolatokon történjék mérés és a program által előírt értékekkel való összehasonlítás.
4. — A program által előírt bemeneti kapcsolatokra kerüljön az előírt logikai szint.
  - Egy ütemidőnyi várakozás után a mérendő lap órajel bemenetére kerüljön az előírt fajtájú és számú órajel.
  - Az utolsó órajel hatásos ütemével egyidejűleg történjék mérés és összehasonlítás az előírt kimeneti kapcsolatokon.
5. — Ez a mérés hasonló a 4. méréshez, azzal a különbséggel, hogy minden egyes hatásos órajel ütemben mérés és összehasonlítás következik be.
  - A mérés akkor minősül jónak, ha a kimeneti kapcsolatokon az előírt órajelszámon belül megjelennek az előírt logikai szintek.

A TESZTO nyelvben a *FŐ*-utasítás megadása az alábbi módon történik:

FOU,  $N$ , illetve  
 FOU,  $N/M$  ahol  
 FOU az utasítás szimbolikus kódja,  
 $N$  a főutasítás típusa a lehetséges 5 közül a jelen leírásban közölt sorszámozás szerint,  
 $M$  órajelciklus számának megadására szolgál, ahol szükséges (a 2., 4., 5. típusoknál), értéke 1–4096 lehet.

Az előírt *FŐ*-utasítás több mérésen keresztül érvényben marad, mindaddig, amíg a programban új *FŐ*-utasítás megadása nem következik.

c) *MELLÉK*-utasítás

A *MELLÉK*-utasítás határozza meg a mérés és a méréskiértékelés feltételeit.

A TESZTOMAT 4 mellékutasítást képes tárolni, az aktuális *MELLÉK*-utasítás kézzel választható ki a berendezés előlapján levő szelektorkapcsolóval a méréssorozat indítása előtt [vagy a mérési sorozat futása közben manuális üzemben (lásd: „ÁLLJ” utasítás)].

A *MELLÉK*-utasításban definiálni lehet:

- a) a tápfeszültség kapcsolatra kerülő feszültség-szintet,
- b) a még jónak elfogadható válasz-szintet,
- c) a még jónak elfogadható válasz időt.

A TESZTO nyelvben a *MELLÉK*-utasítás meghatározása:

MEU,  $M$ ;  $N$ ;  $K$ , ahol

MEU az utasítás szimbolikus jele,  
 $M$  a tápfeszültség megadására szolgáló paraméter,  
 $N$  a kimeneti kapcsolatokon megjelenő logikai 1 szint még jónak elfogadható értékének megadására szolgáló paraméter,  
 $K$  a még jónak elfogadható válaszidő meghatározására szolgáló jelzés.

A mérés akkor tekinthető pozitív eredményűnek, ha a válaszjelek beállási ideje legrosszabb esetben is belesik a TESZTOMAT előlapján levő három potenciométer beállításával előállított és a programban meghatározott időosztályba.

A három potenciométer skálázása:

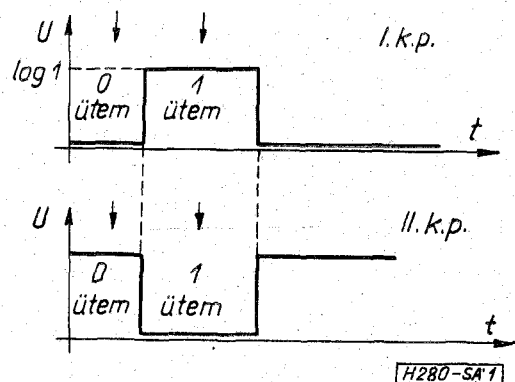
A — 20–100 ns  
 B — 100–500 ns  
 C — 200–1000 ns.

A programban meghatározható időosztály ennek megfelelően A, vagy B, vagy C lehet.

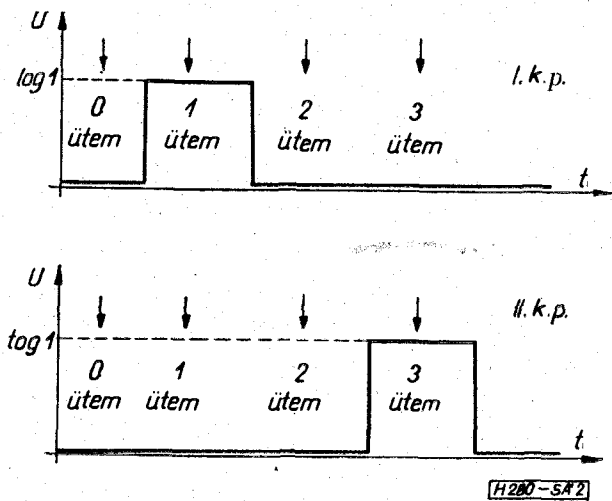
A TESZTO program a forrásnyelvű programban elsőként megjelenő *MELLÉK*-utasítást úgy fordítja le, hogy az a mérés során a kézi kapcsolóval az 1. sorszámmal hívható, a következők sorrendben a 2., 3., 4. sorszámmal hívhatók. A negyedik *MELLÉK*-utasítás után megjelenő újabb *MELLÉK*-utasítás ismét az 1. sorszámot kapja és automatikusan törli az előző 1. sorszámú mellékutasítást.

d) *ÓRAJEL*-utasítás

Az *ÓRAJEL*-utasítás a generálandó órajel hullámformáját, valamint az órajel-ciklus mérés szempontjából hatásos ütemét határozza meg.



1. ábra



2. ábra

A TESZTOMAT berendezésben az órajelek a berendezés két kapcsolóján állnak rendelkezésre. A két kapcsolton az ún. „egyfázisú” órajel esetén megjelenő jel hullámformája az 1. ábrán látható.

A TESZTOMAT az órajel-ciklus azon ütemében végez mérést, melyet a program megad. Ez az ütem az ún. „hatásos” ütem. Az egyfázisú órajel az 1. ábrán jelzett két ütemre osztható.

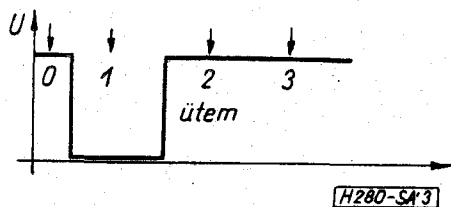
A két kapcsolton az ún. „kétfázisú” órajel esetén megjelenő órajel hullámformája a 2. ábrán látható. A kétfázisú órajel 4 hatásos ütemre osztható.

Az egyfázisú és kétfázisú órajel irányítása pozitív, ill. negatív lehet. Az ábrákon a pozitív órajeleket mutattuk meg, a negatív kétfázisú órajelet az első kapcsolpontra a 3. ábra mutatja.

Az ÓRAJEL-utasítás a TESZTO nyelvben a következő alakú:

- ÓRA  $M; N; I$ , ahol  
 ÓRA az utasítás szimbolikus jele  
 $M$  értéke egyfázisú órajelnél: 1  
 kétfázisú órajelnél: 2  
 $N$  az órajel-ciklus hatásos ütemének megadására szolgál, értéke 0, 1, 2, 3 lehet.  
 $I$  az órajel irányítását határozza meg, értéke „+”, ill. „-” lehet.

Az ÓRAJEL-utasítás a következő ÓRAJEL-utasítás megjelenéséig érvényben marad. Órajelet kell definiálni akkor, amikor órajelet igénylő FŐ-utasítást ír elő a program és még nincs a kívánt órajel definiálva,



3. ábra

e) **Kapocspontok azonosítása**

A forrásnyelvű programban definiálni kell, hogy a TESZTOMAT:

1. a mérendő lap mely kapocspontjait tekintse kimenőpontoknak,

2. a mérendő lap mely kapocspontjai azok, ahol az illető mérés végrehajtása során logikai 1 szintnek kell lennie.

A TESZTO nyelvben a kapocspontok max. 6 karakterből álló névvel azonosíthatók és az első azonosítás megjelenése után az illető kapocspontra csak a nevével kell hivatkozni.

Az azonosítás formátuma:

- NEV1 =  $A_1$ ; NEV2 =  $N_2$ ; ... NEVK =  $N_K$ ; ahol  
 NEVK azonosító név (max. 6 karakter)  
 $N_K$  a kapocspontnak nyomtatott lapon értelmezett sorszáma (pl. 1—48).

A kimenőpontok meghatározására szolgáló utasítás:

- OUT, NEV1; NEV3 =  $N_3$ ; ... NEVN; /  
 A logikai 1 szintet képviselő kapocspontok meghatározására szolgáló utasítás:  
 LG1, NEV1; NEV2; ... NEVK; /

f) **MÉRÉSIRÁNYÍTÓ lehetőségek**

1. Számlálás letiltása

A TESZTOMAT biztosítja azt a lehetőséget, hogy a mérésszámláló mérésenkénti növelését le lehessen tiltani. Ilyenkor ugyanazon sorszám alatt több mérést végez el a berendezés. A TESZTO nyelvben ennek jelölése:

- MER,  $M/N$ , ahol  
 MER a már ismert mérésszám megadó utasítás,  
 $M$  az a sorszám, ahol a mérésszám kijelző éppen áll, vagyis az utolsó le nem tiltott számlált utasítás sorszáma  
 $N$  a nem számlált mérések sorszáma.

Példa:

- MER, 5; „A mérésszámláló 5-öt mutat”  
 .  
 .  
 MER, 5/1; „A mérésszámláló 5-öt mutat”  
 .  
 .  
 MER, 5/10; „A mérésszámláló 5-öt mutat”  
 .  
 .  
 MER, 6; „A mérésszámláló 6-ot mutat”.

Ezt a lehetőséget elsősorban szinkron és aszinkron hálózatok alaphelyzetbe állításánál, 1., 2., és 5. FŐ-utasítású méréseknél célszerű kihasználni.

2. Mérés elvégzése után „állj”

A TESZTOMAT a jónak értékelt mérés után automatikusan a következő mérést végzi el. Csak akkor

áll le, ha az illető mérés hibás volt vagy ha a program megállást ír elő.

A TESZTO forrásnyelvű programban a megállást az STP, paraméter nélküli utasítással lehet előírni.

Megállást akkor célszerű a programban előírni, ha

- a mérés futása közben MELLÉK-utasítást kell váltani,
- manuális ellenőrzést kell közbeiktatni,
- nem számlált mérések elvégzésének jelzésére stb.

### 3. Feltételes mérés kihagyás

A mérések sorozatának célszerű szervezése érdekében mód nyílik arra, hogy bizonyos méréseket egy előző mérés eredményétől függően a TESZTOMAT ne hajtson végre, azokat kihagyja. A mérés kihagyás feltétele: pozitív mérési eredmény.

A TESZTO nyelvű programban a feltételtől függő mérés kihagyást a következőképpen lehet megadni:

FLT,  $N$ , ahol

FLT a mérés kihagyó utasítás

$N$  annak a mérésnek a sorszáma, ahol pozitív mérési eredmény esetén a további mérések folytatódnak.

A TESZTOMAT a kihagyott méréseket is számlálja, így a sorszám azonosítása egyértelmű lesz.

Példa:

MER, 5; „5-ös sorszámú mérés”

FLT, 8; „ha 5-ös jó volt, 8-nál folytassa”

MER, 6; „ha 5-ös hibás, itt folytatódik”

MER, 8; „ha 5-ös jó volt, itt folytatódik”.

### A mérési sorozat kiértékelése

Bizonyos méréscsoportok elvégzése után és egy következő méréscsoport elvégzése előtt az elvégzett csoport teljes kiértékelése szükséges. A TESZTO nyelvben ezt a kérést \$ jel jelzi.

### A TESZTO program által biztosított lehetőségek

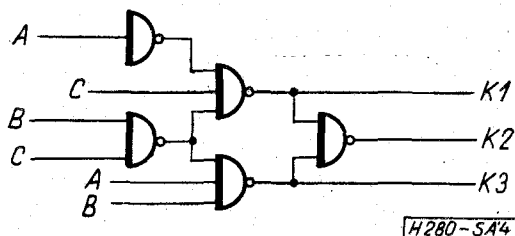
#### 1. Magyarázó szöveg — comment

a) a forrásnyelvű programban bármely lezáró karakter után elhelyezhető, számot és lezáró karaktert nem tartalmazó szöveg

b) a forrásnyelvű programban bármely lezáró karakter után elhelyezhető, két idézőjel közé helyezett tetszőleges magyarázó szöveg.

#### 2. Hibajelzések

A TESZTO fordító program a forrásprogramban előforduló szintaktikus hibákat a következőképpen jelzi ki:



4. ábra

- 1U  $N$  Illegális utasítás az  $N$  sorszámmal azonosított mérésben,
- KD  $N$  Kétszer definiált kapocspont az  $N$  sorszámmal azonosított mérésben,
- IC  $N$  Illegális csatlakozópont az  $N$  sorszámmal azonosított mérésben (pl. ha a kapocspont sorszáma nagyobb, mint 48.),
- IP  $N$  Illegális paraméter az  $N$  sorszámú mérésben levő FŐ- MELLÉK- vagy ÓRAJEL- utasításban.

### Példa forrásnyelvű program készítésére:

A vizsgálandó hálózat a 4. ábrán látható. Bemenő változók: A, B, C,

melyek sorrendben a panel 20, 42, 35 kapocspontjai. Kimenetek: K1, K2, K3,

melyek sorrendben a panel 9, 37, 25 kapocspontjai. A hálózat kombinációs, órajel nem szükséges.

A vizsgálathoz a 3. sorszámú FŐ-utasítás a megfelelő.

A válaszjelek késleltetési idejének „A” osztályba kell esnie.

A tápfeszültség legyen névleges, 5V.

A válaszjelek feszültség szintje legyen az előlapon beállított értékkel egyenlő.

A hálózat az alábbi bemeneti jelkombinációkra a kimeneten a következő kombinációkat kell, hogy mutassa:

	A	B	C	K1	K2	K3
1.	0	0	0	1	1	0
2.	0	0	1	0	1	1
3.	0	1	1	1	1	0
4.	0	1	0	1	1	0
5.	1	1	0	1	0	1
6.	1	1	1	1	1	0
7.	1	0	1	1	1	0
8.	1	0	0	1	1	0

### „MÉRÉSI PROGRAM KÉSZÍTÉSE”

MER, 1 „ELSŐ MÉRÉS”

FOU, 3 „JELKIÍRÁS ÉS MÉRÉS”

MEU, 2; 2; A „ELSŐ MELLÉKUTASÍTÁS”

OUT, KI=9; K2=37; K3=25;/  
„KIMENETI PONTOK  
DEFINIÁLÁSA”

LG1, KI; K3;/  
„LOGIKAI EGY SZINTET  
KÉPVISELŐ PONTOK”

MER, 2 „MÁSODIK MÉRÉS”

LG1, C=35; K2; K3;/

„ITT MÁR CSAK AZ ELŐZŐ  
MÉRÉSHEZ KÉPEST VÁLTOZOTT  
ÁLLAPOT MEGADÁSA  
SZÜKSÉGES”

MER, 3

LG1, B=42; C; K1; K3;/

MER, 4

LG1, B; K1; K3;/

MER, 5

LG1, A=20; B; K1; K2;/

MER, 6

LG1, A; B; C; K1; K3;/

MER, 7

LG1, A; C; K1; K3;/

MER, 8

LG1, A; K1; K3;/

§ „MÉRÉSKIÉRTÉKELES”

Összefoglalva a leírtakat, a TESZTO fordítóprogram

— lehetővé teszi, hogy szimbolikus nyelven, magyarázatokkal ellátva készüljön el egy-egy szerelt, nyomtatott kártya bemérési programja,

— egyszerűvé és áttekinthetővé teszi a kártya bemérési utasítását,

— lerövidíti a vezérlő lyukszalag elkészítési idejét.

A TESZTO program 1972. augusztusban készült el az ORION MFO—1. osztály software-csoportjában.

#### I R O D A L O M

[1] TESZTOMAT gépkönyv, MTA—SZTAKI.

[2] The TITAN Automatic Test Equipment HONEYWELL.