



Mechanikus adapter fejlesztése nyomtatott áramkört lapok teszteléséhez

Development of a mechanical adapter for testing printed circuit boards

¹Bakosné Diószegi Mónika, ²Pelle György Tamás

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest,
Magyarország, dioszegi.monika@bgk.uni-obuda.hu

²Equip-test Kft., Vecsés, Magyarország, gyorgy.pelle@equip-test.com

Összefoglalás

A nyomtatott áramkört lapok iránti piaci igény növekedése, a gyártási kapacitás bővítése mellett elengedhetetlen a gyártás és a minőség biztosításának fejlesztése is, különös tekintettel a tesztelési folyamatokra. A tesztberendezések széleskörű használati lehetőségei, működésük, működtetésük, karbantartásuk költséghatékonyasága, mind szempont a tervezésük során.

Az elektronikai fejlesztő- és gyártó cégek a gyártási folyamatukban szükségszerűen az előállított elektronikai eszközök tesztelését is el kell hogy végezzék. Így célként fogalmazódik meg a tesztelési műveletek optimalizálása. A projekt célja a nyomtatott áramkör (NYÁK) lapok teszteléséhez alkalmas befogó berendezés, a fixture továbbfejlesztése.

Kulcsszavak: PCB tesztberendezés, fixture, működtetés költséghatékonyasága

Abstract

In addition to the increase in market demand for printed circuit boards and the expansion of production capacity, it is also essential to develop production and quality assurance, with particular attention to testing processes. The wide range of uses of test equipment, their operation, operation and maintenance cost-effectiveness are all aspects of the design.

Electronics development and manufacturing companies must necessarily test the produced electronic devices in their production process. Thus, the goal is to optimize testing operations. The goal of the project is to further develop a fixture, a clamping device suitable for testing printed circuit (PCB) boards.

Keywords: PCB test equipment, fixture, cost-effectiveness of operation

1. Bevezetés

A nyomtatott áramkört kártyák (Nyomtatott Áramkört Kártya, angolul Printed Circuit Board, PCB) nagy hozzáadott értéket képviselnek, magas az árak. Többek közt az autóiparban, az orvostechikában és a telekommunikációban használatosak. A PCB egy szigetelőlemez felületére vagy felületeire felvitt fémfóliából kialakított forrasztási pontok, és az ezeket összekötő vezető sávok hálózata. [1] Egy termék élete során a gyártás minden szintjén – így a PCB esetében is - a gazdasági szempontoktól a kész termék raklapra kerüléséig hangsúlyos szerepet kap a tesztelés.

1.1 PCB tesztelés

A PCB gyártási folyamata nem létezhet megfelelő minőségbiztosítás, illetve ellenőrzés nélkül. A tesztelési folyamat alapvető, egymást követő lépései a komponens teszt (ICT), a funkcionális teszt (FCT) és végül az End of line tesztek, amik a PCB teljes működésére kiterjedő vizsgálatát biztosítják.

Az ICT sok bemenetű és sok belső tároló elemet tartalmazó áramkörök teljes vizsgálatára képes, minden tesztelési pont egyidejű elérésével növeli a termelékenységet. A hiba egyszerűen, gyorsan kimutatható. A tesztelési eljárás hátránya, hogy a tűágy pontosan megfelel az alkatrészek elhelyezésének és a PCB rajznak, tehát minden gyártott paneltípushoz külön tűágyat (kit-et) kell készíteni. [2]

Ezt követi a funkcionális teszt (FCT). Itt történik meg annak vizsgálata, hogy tudja-e teljesíteni a munkadarab, amit a vevői követelményekben elvárnak tőle. Ide tartozik a terhelhetőség, a működés és annak tartományai, valamint a termék megbízhatósága. [3]

Forgalomban van olyan berendezés is, melyek képesek az ICT és FCT tesztelést is egy munkalépésben biztosítani. Teljesen automata üzemmódban működik, operátor nem dolgozik a gépen. Termékátálláskor automatikusan cseréli és tárolja a gépben található fixture kit-eket. A kitek cseréje egy betanított munkás által, segédeszközzel történik. [4 , 5]

End of line vizsgálatokkal zárul a tesztelési sorozat harmadik lépése. Teljes vizsgálatot végez, ami a működés és funkcióellátás együttes szempontjából is megtörténik.

A fent említett, egymásra épülő mindhárom féle tesztelési eljárást ugyanaz a befogó berendezés, más néven fixture biztosítja. A betéteket, teszteléshez szükséges elemeket cserélik benne az ellenőrzés specifikációja céljából.

2. Fixture tesztberendezés fejlesztése

A fixturrel szembeni elvárások sokfélék, mely a tesztelésben betöltött feladatukból adódik. Számtalan változatuk létezik a piacon. Csoportosításuk legcélszerűbben a működési elvük alapján lehetséges. Működési jellemzőit, körülményeit ez határozza meg a leginkább.

Ugyanakkor fontos megismernünk talán a legfőbb funkciójának részleteit is, a tesztpontok vizsgálatát elvégző tűfejeket, tűágyakat és azok működését.

Működésük és feladatuk feltárását követően lehet a befogó szerkezetet az elvárásoknak megfelelően fejleszteni.

2.1 A tesztelési folyamat bemutatása, tűágyas tesztelés igényei

A tűágyas tesztelés (ICT) tesztállomásainak alapját a tesztrendszerben található mérőkártyák és a tesztelendő áramkörhöz elkészített specifikus tűágy képezi. A rendszer működtetését egy vezérlő PC-n futó szoftver irányítja.

A funkcionális teszt az FCT. Végrehajtásához szükséges a tűágyas fixture, ami magába foglalja a tűfejeket is. [3] Egy meghatározott jelsorozattal mérik le az összes bemenetet. A jelsorozat szimulálja a leendő valós jeleket a használat során. [6]

Az End of line vizsgálat esetében a teszteléssel szemben támasztott követelmények széles skálája jelenhet meg, mely magába foglalja a termék teljes működési vizsgálatát.

Több százezer féle mérőtűből választhatják ki a tesztelésekhez megfelelőt a tűbefogó lapba. A mérőtűkben elhelyezett rugók eltérőek, melyek különböző löketen fejtik ki működésüket. Ami adott, hogy a teljes benyomódási úthosszuk 2/3-át elérve, az úgynevezett „working storke”-nál tudnak optimális körülmények között mérni. Az eltérő beültetési magassággal rendelkező mérőtűket más-

más mélységű süllyesztéssel kell a tűágyban elhelyezni, hogy a tesztelő berendezést összecsucskva minden tű a megfelelő löketen tudjon működni. A gondosan elhelyezett mérőtűk különböző erőt fejtenek ki, ami lehet 0,6 IN, 1.5N, 2N, 3N vagy akár 4N értékű.

Általánosságban elmondható, hogy az 1000 tesztpont feletti PCB termékek körében 1000-1500 tesztponttal rendelkezik a termékek 35-40%-a, és 1500 tesztpontnál többel a termékek 60-65%-a. Ezek a darabszámok – a tesztelésben résztvevő tűk a benyomódási erő értékét figyelembe véve – jelentős ellenelő biztosítását teszik szükségessé.

A növekvő ipari igények alapján az 1500 mérési ponttal rendelkező PCB termékek tesztberendezéseinek befogóját kívántuk fejleszteni.

2.2 A fixturek vizsgálata működtetésük alapján

A három egymást követő tesztelési lépést (ICT, FCT, End of line) biztosító berendezés egyik legfontosabb része a fémkerettel megerősített fixture (befogó), ami a tesztelendő PCB rögzítését és funkcionális terheléseit biztosítja.

A fixture két nagy fizikailag elkülöníthető részből áll, alsó és felső részből. Az alsó rész rögzített, ahova a PCB kerül befogásra. A felső rész mozog, aminek szerepe a megfelelő nyomóerő kifejtése, a tesztelés támogatása. A befogó szerkezet működtetése szempontjából három nagy kategóriát különböztetünk meg. A felső és alsó rész között létrejövő összeszorító erőt biztosíthatja vákuum, pneumatika, vagy kézi (mechanikai) erő is.

A vákuummal működtetett fixture esetében nagy erő fejthető ki, mert nagy felületen történő nyomás biztosítására képes, ami fedezi a kívánt összenyomó erőt. Ugyanakkor az eljárás hátránya, hogy a működtetésükhöz külön energia szükséges. Gondot okoznak a tömítő egységek, valamint a szerkezet működtetéséből adódó karbantartási költségek. Fenntartása igen költséges. 1500 teszt ponton képes mérni.

A pneumatikus energiával működtetett fixture által biztosított nyomóerő határait az alkalmazott munkahenger határa szabja meg. Ez a berendezés is költséges, működtetés és karbantartás igényes a sűrített levegő használata miatt. Bár a pneumatikus kivitelből létezik költséghatékony verzió is, viszont annak mechanikai terhelhetősége alacsony.

A harmadik típus a mechanikus működtetésű fixture, amikor az operátor önmaga által fejt ki kézi erőt a befogókészülék alsó és felső részének egymáshoz nyomódásához. Ez olcsó működtetésű, kis karbantartású, egyszerű szerkezet. Ugyanakkor, az összeszorító erőt az operátor által kifejtett erő határolja, aminek értéke a többi eljáráshoz képest alacsony.

Miután lecsukódott a fixture teteje, a tesztelési folyamat a pneumatikus és vákuummal működő berendezések esetén történhet automatikusan vagy külön kézi gombnyomással. Mechanikus működtetés esetében csak kézi gombnyomással indulhat a ciklus.

A fixture töltését, amennyiben pneumatikus a fedél lecsukása, végezheti robot, viszont a betétek cseréjét mindenképpen operátor végzi függetlenül attól, hogy milyen működtetett energiával történik maga a nyomóerő kifejtése.

A vákuumos és a pneumatikus műszaki megoldások drágák, körülményes, költség és erőforrás igényes a működtetésük, vagy a mechanikus működtetés esetében behatárolt erőhatás kifejtésére képesek.

A fenti ismeretek alapján célunk olyan berendezés fejlesztése, amely az operátor által kifejtett erőn kívül semmilyen egyéb külső energiaforrást nem igényel, ugyanakkor a kifejtett erő többszöröződhet a geometriai kialakítás által. Nagy erő kifejtésre alkalmas, nagy stabilitású, költséghatékony, egyszerű és könnyen telepíthető legyen.

2.3 A fejlesztett fixture bemutatása

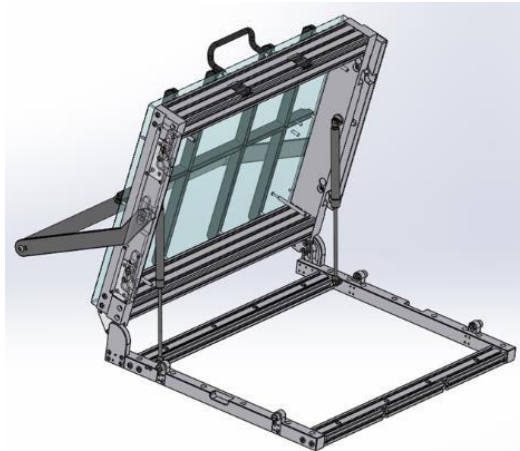
A meglévő műszaki megoldások drágák. Körülményes, költség és erőforrás igényes a működtetésük, valamint behatárolt erőhatás kifejtésére képesek. Így az alábbiakban határoztuk meg a főbb igényeket a konstrukcióval szemben:

1. Megfeleljen a növekvő technikai követelményeknek, pl.: a tesztelendő PCB-n elhelyezett tesztpontok mennyiségét illetően.

2. A készülék a lehető leggazdaságosabb legyen, mind bekerülési, mind pedig a fenntartási költségeket illetően.

3. Moduláris kiépítéssel rendelkezzen, a cserélhető betétes megoldással az új termék tesztelésénél kisebb az átállási költség, mert nem szükséges komplett tesztadaptert vásárolni.

Az elvárásoknak megfelelően a tűágyszavagsága 16mm-re növekedett, ami csavarkötéssel rögzül az alaplaphoz. Alul merevítőkkal ellátott zárt keretre támaszkodik. A betét aljára opcionálisan 32 db 64 pólusú szallagkábel csatlakozót lehet szerelni, ami akár 2048 jel átvitelére alkalmas.



1. ábra MFS-NED4 fedél mechanizmusa [saját kép]

16mm-es tű használata lehetséges, a standard elemek (PCB support-ok, MFS-ekbe használandó Pushrod-ok) szintén használhatók. A betét nem gyorscserélhető. Ugyanakkor a betét és a hátsó interface közötti huzalozás szallagkábelekkkel megoldott, a betét így áthuzalozás nélkül cserélhető.

A fedél szorítómechanizmusa egy zárt keret ami csavarokkal van rögzítve az alaplaphoz. Legfeljebb 90 fokig nyitható, párhuzamos mozgása a nűtban 14 mm. A megterhelést 4+4db görgőcsapágy viszi át. A szorítómechanizmus pályái acélból készülnek, így teherbírók és kopásállók. (1. ábra)

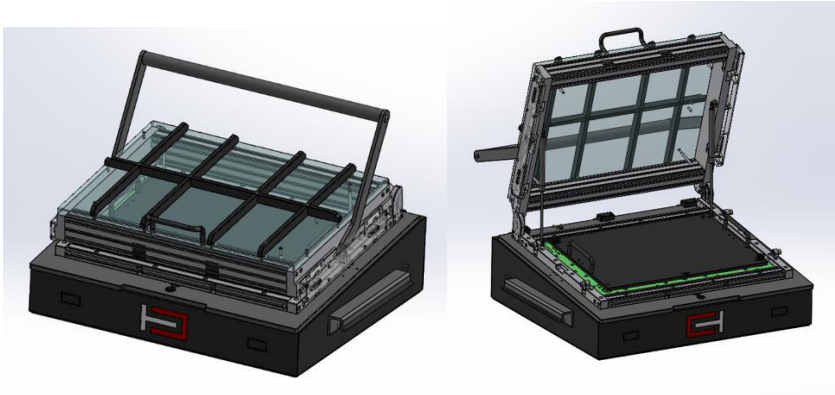
A felső plexi 15mm-es, felülről csavarokkal van rögzítve a fedél keretre, merevítőkkal van ellátva. Az alaplap vastagsága 12mm, ami alul acél L-profilok merevíténe.

Az egymásra záródó elemek illesztését fizikailag az alsó és felső rész közötti kényszerpálya kapcsolat biztosítja. Kétféle horony kényszerz a fixture oldalán: az egyik a berendezés nyíló felén, a másik a fő forgásponthoz közel. (1. ábra)

A felső forgásponti helyen a kapcsolódás a lecsukódást biztosítja. A nyíló felén elhelyezett kisebb karral működtetett horonyban történő megvezetés segítségével már csak lineáris mozgásra

képes a felső elem. Ez a fedelek függőleges zárásáért és az őket összeszorítóerő kifejtéséért felelős. Ennek kialakítása biztosítja az operátor által kifejtett kézi erő többszöröződését, ami függőleges nyomóerő irányú és eléri a 3000 N nagyságot.

Ez összesen négy ponton biztosítja, hogy az alsó és fixture rész egymáshoz képest precízen illeszkedjen. (2. ábra)



2. ábra Fixture csukott és nyitott fedéllel [saját kép]

3. Konklúzió

A fentiekben ismertetett mechanikus működtetésű fixture összeszorító erejének növelése 50%-kal több mérőtű befogadását teszi lehetővé. Ezáltal nagyobb tesztpont számmal rendelkező PCB lapok tesztelése is kivitelezhető. Így, nemcsak az egyszerű mechanikus szerkezet kialakítását, költséghatékony karbantartást és működtetést tudtuk az új konstrukcióval biztosítani, hanem az elektronikában régóta célként kitűzött méretcsökkentést is elértük.

Köszönetnyilvánítás

A berendezés fejlesztése a 2018-1.1.2-KFI-2018-00003 azonosító sorszámú „Mechanikus adapter fejlesztése NYÁK lapok teszteléséhez” című pályázat segítségével valósult meg.

4. Hivatkozások

- [1] IV. Nyomatott áramkörti kártya (NYÁK) tervezése és kivitelezése, Debreceni Egyetem, jegyzet pp 10. https://shrek.unideb.hu/~misak/Files/nyak_labor.pdf
- [2] Ondrésik Tamás, Hardware minőségellenőrzése az elektronikai gyártási folyamat során <https://docplayer.hu/18168525-Hardware-minosegellenorzese-az-elektronikai-gyartasi-folyamat-soran-ondresik-tamas-o0qul3.html>
- [3] Kovács János Tesztelés gyártásban fejlesztésben, Budapest, 2018., A kiadvány megjelenését a thyssenkrupp Components Technology Hungary Kft. támogatta http://mti.kvk.uni-obuda.hu/adat/tananyag/teszteles/KovacsJanos_TesztelesGyartasbanFejlesztésben.pdfFytili

- [4] Mónika, Bakosné Diószegi ; Zoltán, Kádár ; Szilvia, Kádár ; György, Tamás Pelle ; Zsolt, Sándor Szabó, Automatizált PCB gyártósori tesztberendezés fejlesztése a gyártási minőségbiztosítás szemszögéből BIZTONSÁGTUDOMÁNYI SZEMLE 5 : 4 pp. 23-35. , 13 p. (2023.) Közlemény:34432261
- [5] Equip-Test Group, Fixture training, Budapest, 2020., Oktatási anyag, pp.30.
- [6] Equip test, In-line test handler használati útmutató – Gyöngy András, 2019.