

nek ellenőrzése szempontjából egyaránt igen lényegesek, mert segítségükkel kimutatható az anyag vízfelvétele, ion- és egyéb szennyeződésekre való hajlamossága, mely szennyeződések rendszeresen előfordulhatnak a nyomtatott huzalozású kártyák gyártása és kezelése során. A vizsgálatot rendszerint meghatározott időtartamú nedvesség- és hőmérsékletigénybevételi ciklus után végzik oly módon, hogy az áramköri rajzolat két vezetője (kétoldalas és többréteges kártyáknál két vezetőréteg) között a szigetelési ellenállást mérik. Az igénybevétel alatt ún. „polarizáló” feszültséget, rendszerint 100 V váltakozófeszültséget kapcsolnak a vezetőkre és az ellenállásmérést közvetlenül az igénybevétel után végzik el. 0,025 mm távolságra fekvő vezetők között mérhető jellemző szigetelési ellenállásérték 1000 MΩ. A tervezés és a gyártás során a kis szigetelési ellenállásértékek elkerülésére többek között az alábbi szempontokra célszerű ügyelni:

1. a vezetők legalább 2,5 mm távolságra legyenek a kártya széleitől;
2. a kártya méretrevágását lehetőleg forgácsolással (marással vagy fűrészeléssel) és ne nyírással (ollóval) végezzék;
3. törekedni kell a kezelés és gyártás során a szennyeződések elkerülésére;
4. célszerű a kártyán védőbevonatok alkalmazása.

Dielektromos szilárdság. A tapasztalat szerint e tulajdonság — amelyet *átütési szilárdságnak* is neveznek — csupán a levegő sűrűségétől és a vezetők közötti távolságtól függ, és nincs kapcsolatban az anyag nedvességtartalmával vagy dielektromos állandójával, ill. a vezetők felületi kikészítésének minőségével. A tervező mérnök feladata annak a feszültségnek a figyelembevétele, amely a vezetősávok közötti légtérben átütést okozhat. A MIL-STD-275 amerikai katonai szabványból átvett 1.13. táblázat használható e szempontból tervezési útmutatóként. E táblázatból kitűnik, hogy a magasság növekedésével a levegő szigetelési tulajdonságai csökkennek (ennek oka, hogy könnyebben léphet fel ionizáció), és ennek megfelelően nagyobb légközők szükségessé válnak. Ezen felül a nagy magasságokra való tervezésnél a készülék nyomás alá helyezéséről, vagy a huzalozás védőbevonataról, ill. beágyazásáról is szükséges gondoskodni (a többréteges huzalozáshoz hasonló módon). Az 1.13. táblázat 400 Hz-nél nagyobb frekvenciájú váltakozóáram esetén nem érvényes.

Dielektromos állandó és veszteségi tényező. Valamely szigetelőanyag dielektromos állandóján azoknak a kapacitásoknak a hányadosát értjük, melyek egy meghatározott elektródarendszer által alkotott kondenzátoron mérhetők akkor, ha az illető anyag vagy pedig a levegő alkotja e kondenzátor dielektrikumát. Más meghatározás szerint a dielektromos állandó a szilárd anyag

által tárolható elektrosztatikus energiára, vagyis a szigetelőanyag energiatároló képességére jellemző adat. A *disszipációs tényező* a dielektromos áramkör helyettesítő kapcsolásában szereplő soros ellenállás és soros kapacitív reaktancia hányadosaként definiálható. Ezek

1.13. táblázat. Különböző feszültségekhez tartozó vezető-távolságok [8]

Bevonat nélküli kártyák tengerszinten és 3000 m magasságig		Bevonat nélküli kártyák 3000 m felett és bevonattal ellátott kártyák		
vezetők közötti feszültség, V (egyenfeszültség és változó-feszültség csúcsérték)	legnagyobb távolság, mm	vezetők közötti feszültség, V (egyenfeszültség és változó-feszültség csúcsérték)	legkisebb távolság, mm	
			bevonat nélkül 3000 m felett	bevonattal bármilyen magasságban
0...150	0,65	0...50	0,63	0,25
151...300	1,3	51...100	1,5	0,38
301...500	2,5	101...170	3,2	0,51
500 felett	0,005 m/V	171...250	6,4	0,77
		251...500	12,8	1,5
		500 felett	0,025 m/V	0,005 m/V

az értékek különösen nagyfrekvenciás alkalmazás esetén fontosak, mert a nyomtatott huzalozású tápvonal impedanciája a frekvenciával arányos, a legtöbb ismert kártyaanyag típus dielektromos állandója pedig a frekvencia növekedésével csökken. Az 1.2. és 1.3. táblázatban a merev, ill. hajlékony anyagok vonatkozó adatai megtalálhatók. Olyan kisebb értékekre, mint amelyek általában a nyomtatott huzalozás anyagainál előfordulnak, a disszipációs tényező gyakorlatilag azonosnak tekinthető a teljesítménytényezővel. A *jósági* vagy *Q* tényező, mely a disszipációs tényező értékének reciprokja, egyes esetekben ugyancsak használatos a szigetelőanyagok jellemzésére. Ha a dielektrikum teljesítményvesztéseit csökkenteni kívánjuk, a veszteségi tényezőnek kis értékűnek kell lennie, mert a dielektrikumban fellépő átlagos teljesítmény a veszteségi tényezővel arányos. A fenti jellemzők közötti összefüggést megadó egyenlet:

$$\epsilon'' = \epsilon_r \operatorname{tg} \delta,$$

ahol ϵ_r a dielektromos állandó;

ϵ'' a veszteségi tényező;

$\operatorname{tg} \delta$ a veszteségi szög vagy disszipációs tényező.