



SZAKDOLGOZAT

**OE-KVK
2023**

Hallgató neve: **Szűcs Máté**

Hallgató törzskönyvi száma: T009474/FI12904/K

Budapest, 2023



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Mikroelektronikai és Technológia Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Szűcs Máté

Szakdolgozat száma: SZD2309290841188563

Törzskönyvi száma: T009474/FI12904/K

Neptun kódja:

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Mikroelektronika és technológia specializáció

A dolgozat címe: Hibakeresés és javítás nyomtatott áramkörökben

A dolgozat címe angolul: Detecting and correcting failures in printed circuit boards

A feladat részletezése: Mutassa be a nyomtatott áramkörökön, elsősorban számítógépek videokártyáin keletkező hibák lehetséges okait és változatait, a hibák felderítésének és kijavításának módszereit és eszközeit, a villamosmérnök hallgatók számára is felhasználható szintű tananyag formájában.

Intézményi konzulens neve: Horváth Márk

A kiadott téma elévülési határideje: 2025. 12. 31.

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2023. 11. 14.



Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

külső konzulens



**Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Elektronikai és Kommunikációs Rendszerek Intézet
Mikroelektronikai és Technológia Tanszék**

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott.....Szűcs Máté..... hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2023.12.10.....

.....
hallgató aláírása

Videokártya javítás alkatrész szinten kezdőknek

1. Tartalom

1.	Tartalom	1
2.	Bevezető	4
3.	Miért érdemes videokártyát javítani, javításával foglalkozni.....	6
4.	A hibakeresés kezdő lépései, mechanikai sérülések.....	6
4.1	Mivel kezdjük, amikor kapunk egy kártyát?	6
4.2	Mechanikai sérülések	7
4.2.1	Működéshez nem szükséges alkatrészek	7
4.2.2	Működéshez szükséges alkatrészek	8
4.3	Levert és nem beültetett alkatrészek megkülönböztetése	9
4.3.1	Sérült MLC kondenzátorok	11
4.3.2	Sérülések a vezetősávokon	12
4.4	A vezetősáv javítás folyamata.....	13
5.	Külső tápellátási pontok ellenállásai és dióda módban mérendő értékek a videokártyákon.....	16
5.1	PCI-e 6 pin és 8 pin tápcsatlakozó	16
5.1.1	PCI-e tápcsatlakozók mérése	18
5.2	A PCI-e tápcsatlakozó mérése	18
6.	Alkatrészek kimérése:	21
6.1	Többfázisú tápegységek hibakeresése.....	22
6.2	Zárlatkeresés nagyáramú labortápegységgel.....	23
6.3	Tápegység hibák lehetséges következményei	25
6.4	Mikor szükséges hőkamerát használni?	26
6.4.1	DrMOS felépítése és hőkamerás képe	26
6.4.2	Zárlatos VRAM hőkamerás keresése	29
7.	Feszültséginjektálás, egyszerűen és biztonságosan	30
8.	A belső tápok ellenőrzése és beazonosításuk	32
8.1	A várt értékek	33
8.2	Gyakorlati példa	35
9.	Bekapcsolási sorrend	36
10.	Amikor egy kártyán nem indul el az összes táp.....	40
10.1	A power sequence elakadási helyének beazonosítása.....	40

10.2	Hiányzó enable jel.....	40
10.3	Egy gyakori hibaok, NV3V3 LDO	41
10.4	Power sequencing vizsgálata és tápegység problémák javításának bemutatása egy példán át, munkanaplószerűen	41
10.5	Gyakorlati példa a szakszerűtlen „javítás” következményeire, IC-k helyettesítése	44
11.	„Please power down and connect the PCIe power cable(s) for this graphics card” hiba	49
11.1	Detect láb használata current steering FET kapcsolására, így működik a hibaüzenet	49
12.	Riser, fordított riseres hiba.....	50
12.1	Riser használata javítshoz	51
12.2	Fordított riser hiba.....	52
12.2.1	Fordított riseres hiba oka	52
12.2.2	A hiba a gyakorlatban	54
12.3	Lane reversal, forced bifurcation, fontos tudnivalók a PCI-e-ről	58
12.3.1	Lane reversal bekapcsolása.....	61
13.	Érdekes és nehéz esetek	62
13.1	A Hynix X005 memória.....	62
13.2	Áram és feszültség figyelő (monitor) IC okozta problémák	64
13.2.1	300 MHz mag órajel, INA3221, NCP45491 vagy uS monitor IC-vel szerelt áramkörön	64
13.2.2	RTX2000 vagy újabb kártya, semmilyen tápfeszültség nincs jelen, 1V8 sem.	64
13.2.3	4 kV mérések	65
13.3	THERM_OVERT* hibák.....	67
13.4	LED-es módszer kapcsolóüzemű táp korlátozott ellenőrzésre (megy/nem)....	69
13.5	Egyes videokimenetek nem működnek jellegű hibák.....	70
13.5.1	Két különböző vagy egyforma kimenet rossz Nvidia kártyán.....	71
13.6	Ritka funkció egy IC enable ágán, NCT3527U-A	71
13.7	Egy tápegység a magon belül több különálló részt táplál	72
14.	Tanácsok, információ források, szoftverek.....	73
14.1	Kapcsolási rajzok, boardview-k	73
14.2	VBIOS.....	73
14.3	Szoftverekről röviden.....	74
14.4	PMIC programozás	75
15.	Szerszámok	75

16.	Ábrajegyzék	78
17.	Források	79

2. Bevezető

A szakdolgozat célja egy olyan útmutató létrehozása, amely egészen az alapoktól bevezet a videokártya javításba, mivel erről a témáról magyar nyelven nem igazán létezik semmilyen tudományos papír vagy szakirodalom. Igyekszem átfogó ismereteket nyújtani a hibakeresési folyamatokról, a hibakeresés optimalizálásáról, a javítás során használatos eszközökről és technológiákról, az alkalmazott diagnosztikai szoftverekről, a javítás során használatos egyéb szoftverekről, illetve javaslatot tesz a szerszámok kiválasztására is. A szakdolgozatban az elmúlt 4 évben szerzett tapasztalatokat rögzítem, a régebbi esetektől az újabbakig.

Ez az útmutató elsősorban Nvidia, AMD és partnereik által gyártott termékek javításáról szól, mivel ezek a termékek fordulnak elő az európai piacon, a jövőben érdemes lehet az Intel ARC termékcsaládjával is kiegészíteni ezt, illetve pár Európában nem elérhető kínai chipgyártó termékeivel is. A speciális igényekre gyártott kártyák javítása, mint például a Matrox video termékei az egyedi és ipari elektronikák kategóriájába esik, mivel ezek teljesen egyedi, nem dokumentált megoldásokat alkalmaznak, illetve nem hasonlítanak semelyik ismert kártyára sem. Alapvető elektronikai és műszerhasználati ismeretek szükségesek, SMD forrasztásban és meleg levegős forrasztóállomásban szerzett tapasztalat is ajánlott. Elektronika 2 szintű tudás elegendő.

Az útmutató több év folyamán szerzett tapasztalataim alapján készül, így tartalmaz néhány tapasztalaton alapuló megfigyelést, azonban ezernél több javítás után ezek olyan mennyiségben tapasztalt hibák/jelenségek, amelyek nem véletlenszerű és egyedi esetek, illetve a nemzetközi online szervizes csoportokban és fórumokban is nagyszámú eset alátámasztja ezeket az eredetileg megfigyelésen alapuló eseteket. Az elmúlt 3 év során a nemzetközi szervizes közösség egy része egy közös fórumon vitatja meg a nehezebb vagy érdekesebb eseteket, illetve egyre népszerűbbek Discordon¹ az elektronikai témájú csoportok, ahol szakértők segítik a kezdő szervizeseket illetve elektronikai javításokhoz szerszámokkal és érzékkel rendelkező tulajdonosokat. Ezeken a platformokon én is jelentős időt töltöttem segítőként, így a saját javításaimon túl sok száz eset távoli

¹ A csatornák meghívója folyamatosan változik, azonban név szerint az ajánlottak videokártya és laptop javításhoz: Electronics Repair School (Sorin Discordja), Gerrepair (német nyelvű), GraFix Card Repair (meghívásos), northwestrepair llc (NWR Discordja), Learn Electronics Repair, All-Things Repair (Louis Rossmann Discordja), IT Jungle (komplikáltabb és UEFI módosítások esetén)

javításában segített, nem ritkán elejétől végéig, illetve az évek folyamán hitezt jóval meghaladó esetet követtem, ez segített mérlegelni azt, hogy mire érdemes a hangsúlyt tenni, mik a jellemző kezdő hibák és tévedések és mi igényel hosszabb magyarázatot. A platform nemzetközi és ingyenes formája miatt a jellemző típushibák megállapítása jóval nagyobb mintaszám alapján és a helyi piac torzítása nélkül lehetséges, így például egy itthon nagy számban eladott kártya gyakori megfordulása a hazai szervizeseknél nem feltétlenül jelent magas meghibásodási arányt, a nemzetközi fórumon átlagos számban fordulnak csak elő. Fontos kiemelni, hogy a kriptobányászat miatt itthon is elég nagy számban vásároltak csúcskategóriás kártyákat, illetve ez a fajta terhelés más jellegű meghibásodásokhoz vezet, mint az általános használat, így egyes kártyáknál az előélet ismeretében különböző jellemző típushibák fordulnak elő.

Például az Asus RX580 Strix kártyáján bányázkártya esetén jellemzően a nem hűtött VRAM chippek romlanak el a tervezettnél nagyobb hőterheléstől és a hűtőborda kivitele miatt, míg játékokra használt gépekben a PCI-e csatlakozóhoz közeli VRAM fizikai sérülése a leggyakoribb a kártya nem megfelelő rögzítése miatt, felhasználói hibából. Mindkettő VRAM hiba, azonban az egyik egy nem tervezetten nagy és állandó terhelés és rosszul tervezett hűtés miatt bekövetkező meghibásodás, addig a másik egy felhasználói hiba miatti elromlás. Így a kártyák javításánál fontos információ lehet az, hogy mire volt használva, de ez sokszor nem ismert, mivel az eszköz többször tulajdonost vált az évek során. A legtöbb kártya most a használtpiacon kriptobányász előéletű illetve cégek specializálódtak bányászhardverek nagytételben való felvásárlására és játékosok számára továbbértékesítésére, sajnos legtöbb esetben még az alapvető karbantartási lépéseket is kihagyva, a kártyák kitisztítása, újra pasztázása és szakszerű tesztelése nélkül. Ennek hatására sokaknak megingott a bizalma a használt hardver piacon, illetve sok használtan vett és meghibásodó kártya esetén hallani a tulajoktól, hogy megbánták a használt termék vásárlását és a jövőben újat fognak venni. Fontos megjegyezni, hogy megfelelő körülményekkel beállított, nem túlhajtott, klimatizált és szűrt levegőjű szerverteremben bányászásra használt kártyák állapota összevethető vagy akár jobb is, mint hasonló korú gamer kártyáké, az állapot romlása legtöbb esetben a szakszerűtlen üzemeltetésre vezethető vissza.

3. Miért érdemes videokártyát javítani, javításával foglalkozni

A videokártyák javítására való igény az elmúlt években jelentősen nőtt, először a kriptovaluta bányászat miatt, ezt követően a második kriptobányász szezon és a Covid idején csúcsosodó chiphiány miatt többszöröződő árak miatt. Jelenleg a videokártyák árának általános emelkedése miatt meghibásodásuk esetén egyre többen választják a javítást a lecserélésük helyett, mivel a kártyák ára az elmúlt években meredeken nőtt. A 2016-ban piacra került, akkori csúcs GTX1080ti 699 dollár [1] volt megjelenéskor, a 2022-es RTX4090 1599 dollártól [2] érhető el, azonban a gyakorlatban ennél többet kerülnek, 2000 dollár körül és Európában az ÁFA is hozzáadódik. 2023. 12. 06-án a legolcsóbb opció egy 816 190 Ft-os Inno3D RTX4090, jobb hűtésű és európai piacon ismert márka esetén pedig megközelítőleg 1 millió körüli Asus és Gigabyte modellek kaphatóak. Hasonló áremelkedés jellemző a nem csúcskategóriás darabokra is. 2023 novemberben a hibás RTX 4090-ek jellemzően 900 és 1200 euro között kelnek el, reped NYÁK és esetlegesen sérült, hibázó mag esetén is. Erősebb számítógép építésnél is az ökölszabály már megközelítőleg a gépre szánt összeg felét javasolja a videokártyára félretenni.

4. A hibakeresés kezdő lépései, mechanikai sérülések

4.1 Mivel kezdjük, amikor kapunk egy kártyát?

Fontos, hogy egy ismeretlen videokártyát sose dugjunk be tesztelés céljából, mivel ez a kártya és a tesztgép sérüléséhez is vezethet. Sok esetben előnyös, ha külső helyszínen vagy akár csak a tulajdonos előtt le tudunk mérni pár dolgot, optimális esetben a hűtő megbontása nélkül. Ugyanez hasznos lehet garanciális termékek esetében is.

Először vizsgáljuk meg a NYÁK-ot erős fény mellett. Sérült és hiányzó alkatrészeket és sérült vezetősávokat keresünk. Ez az úgy nevezett CID, vagyis *customer induced damage*, szabad fordításban ügyfél által okozott kár, elég gyakori, mint a neve is mutatja, ezeket az eszközöket a gyártó nem javítja garanciálisan. Szerencsés esetben a levert vagy sérült alkatrészek helyettesítése elegendő, azonban előfordul, hogy a hiányzó alkatrész miatt egy tápegység meghibásodik, például amikor a táp visszacsatolásában lévő komponensek sérülnek, esetleg egy FET meghajtó IC-t vernek le félig. Ezek a meghibásodások további alkatrészek károsodását is okozhatják.

Amennyiben a hűtőn nincs, vagy sérült a garanciamatrica, fontos megjegyezni, hogy a hűtő leszerelése után a panel elejét is meg kell vizsgálni a lent írtak alapján.

4.2 Mechanikai sérülések

A levert vagy sérült alkatrészeket két csoportba oszthatjuk:

4.2.1 Működéshez nem szükséges alkatrészek

Alkatrészek, amelyek pótlandóak, de hibakeresés szempontjából nem fontosak:

- Ide sorolhatóak az MLC SMD² tápszűrő kondenzátorok, jellemzően ezek az áramkörök minden tápbuszon legalább 10-20 kondenzátort alkalmaznak, hiányzó kondenzátorok rövid távon nem fognak gondot okozni, azonban sérült vagy repedt kondenzátorok eltávolítandóak, mivel könnyen zárlatosak lehetnek, esetleg feszültség alá helyezve őket ki is gyulladnak. Ilyen sérülés látható az 1. ábrán, itt a kondenzátor zárlatához a magas üzemi hőmérséklet vezetett, azonban fizikai sérüléstől zárlatossá váló kondenzátorok is hasonlóan égnek ki.
- Egyes videó kimenethez tartozó alkatrészek, mivel tesztelés idejére választhatunk egy másik kimenetet is. Természetesen, ha a hibaleírás adott kimenettel kapcsolatos, akkor először meg kell bizonyosodni róla, hogy más kimeneten tesztelve nem jelentkezik a probléma, majd az adott áramkörrel foglalkozni. Ez esetben a kártya számítógépben való tesztelése megengedett, mivel a hiba csak egy konkrét kimenetet érinti, ismert, hogy a kártya üzemképes, feszültség alá helyezése nem fog károkat okozni. Amennyiben nincs hibaleírás, csupán a levert videó kimenethez tartozó alkatrészeket látna nem szabad a kártyát bekapcsolni, legtöbb esetben halmozott hibáról van szó és a tulajdonos nem is tud arról, hogy egy konkrét kimenet nem üzemképes, mivel egy másik kimenetet használt.
- A teszteléshez PCI-e X1 risert használunk (lásd 12.1 Riser használata javításhoz alfejezet), így az első adatvonal pártól hátrébb lévő 0.22 μ F-os kondenzátorok sem szükségesek, mivel a riser csak az első kettő kondenzátort használja.

² MLC vagy MLCC, multilayer ceramic capacitor, felületszerelt, jellemzően sárga vagy halványszürke kondenzátorok

4.2.2.1 Hiányzó működéshez szükséges alkatrészek következményei

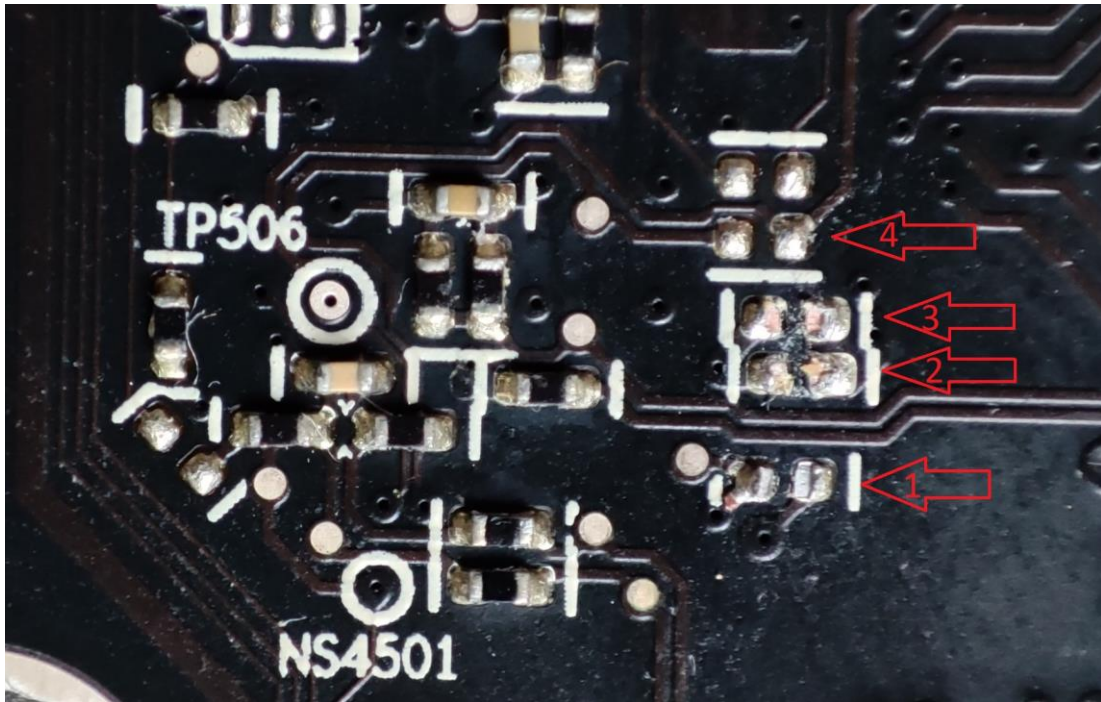
Nagy valószínűséggel a tulajdonos a meghibásodás után még próbálkozott a kártya bekapcsolásával, így fontos ezeket az alkatrészeket két további kategóriába bontani az alapján, hogy nélkülük bekapcsolva a videokártyát milyen következményekkel kell számolni, mivel egyik esetben lényegesen körütekintőbben kell a javítást végezni.

- A további sérülést nem okozó alkatrészek közé sorolhatóak az olyan logikai áramkörök és felhúzó ellenállásaik, amelyek meggátolják a tápok indulását, valahol megszakítva az engedélyező jelek sorozatát. Ide sorolhatóak a tápvonalakon sorosan elhelyezett biztosítékok, 0 és 2.2 Ω -os ellenállások, tekercsek és ferritek is. Sok kártyán a tápvonalak tartalmazznak induktív nagyfrekvenciás szűrőket, ezeket nem szabad összekeverni a buck konverterek tekercsével, hibakeresés szempontjából közel 0 Ω -os ellenállásként kell rájuk tekinteni és pótolhatóak is átkötéssel.
- További sérülést okozó alkatrészek lehetnek bármilyen tápban lévő alkatrészek, illetve olyan mértékben sérült IC-k, amelyek a tokozás repedésével vagy lábak egymáshoz érésével járnak. Levert vagy sérült FET meghajtó áramkörök is problémásak, ha az áramkör nem tartalmaz további alkatrészeket, a lebegő gate össze tud szedni annyi zajt, hogy kinyissa a FET-et és tekintettel arra, hogy videokártyákon gyakorlatilag minden tápegység 12 V bemenetről működő kapcsolóüzemű szinkron buck/feszültségcsökkentő konverter, így a high side/felső FET kinyitása esetén a kimeneten megközelítőleg a bemenő feszültség fog megjelenni.

Előfordulhat, hogy ezek az alkatrészek nem okoznak kárt, például elég gyakori, hogy egy területen több alkatrész is sérül és a levert kritikus visszacsatoló kör mellett a tápegység vezérlő IC logikai tápfeszültségét szolgáltatató 2.2 Ω -os ellenállás vagy esetleg az engedélyező jelet szolgáltató ellenállás is le van verve és így több alkatrész hibája együttesen megvédte az áramkört. Ez meglepően gyakori, emiatt sose javítsunk meg egy egyszerű hibát és helyezzük feszültség alá a kártyát a teljes áramkör átnézése nélkül.

4.3 Levert és nem beültetett alkatrészek megkülönböztetése

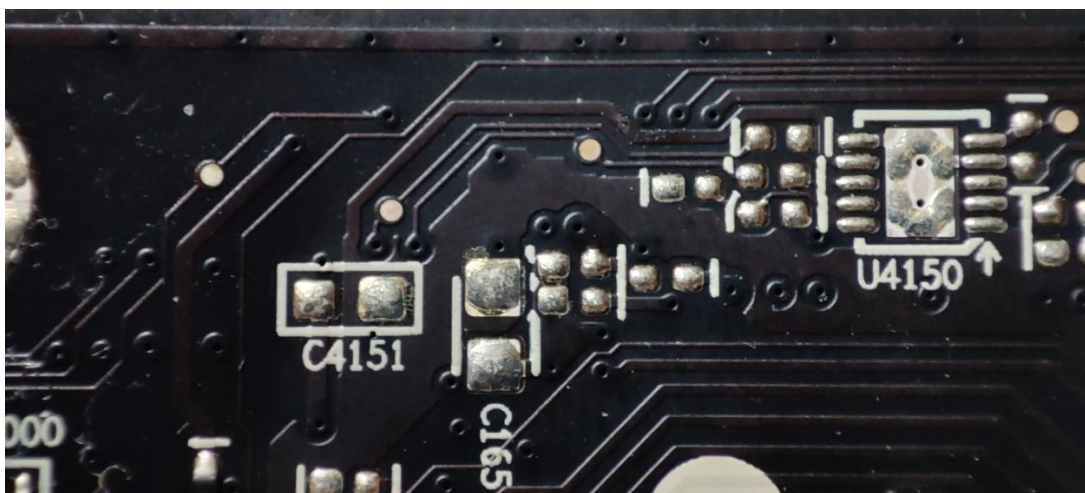
Fontos, hogy ha sérült alkatrészt látunk, sose forrasszuk ki a környezete megvizsgálása nélkül, ugyanis ha a pákával hozzáérünk a környező SMD forrpadokhoz, eltűnik a levert alkatrészek nyoma.



2. ábra Sérült SMD alkatrészek

A képen lévő nyilak gyakori eseteket jelölnek, a padokból sok információ kiolvasható, ami kapcsolási rajz hiányában hasznos lehet.

- Az egyes alkatrész hiányzó és a tisztán kiszakadt, fémes lábak alapján ellenállás vagy tekercs.
- A kettes alkatrész hiányzó és kiszakadt, azonban sárgás törmelék van az SMPS padokon, így MLC kondenzátor volt ott eredetileg. A hármass alkatrész ugyanígy MLC kondenzátor volt.
- A négyes számú alkatrész gyárilag nem beültetett, mivel csak az egyik padon látható némi sérülés, a másikon a forrasztóon úgy van elterülve, mint a többi nem beültetett alkatrésznél.



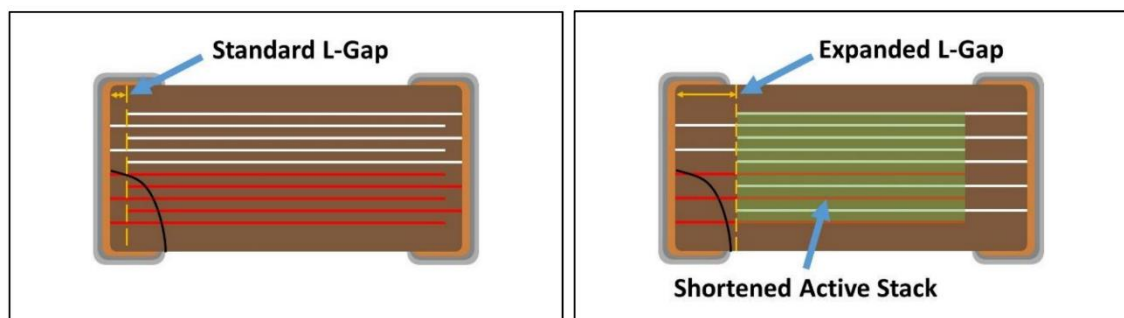
3. ábra gyárilag nem beültetett alkatrészek padjai

A be nem ültetett alkatrészek padjain az ón mindig a közepén a legmagasabb, a pad körül minden irányban minimális folyasztószer maradvány található, illetve a nagyobb padoknál jól kivehető az eredeti stencil mintája, mivel a kellő mennyiségű forrasztóóhoz nem a pad teljes területén van kivágás a stencilben, ez a 3. ábrán U4150-nél is jól látható. A soha be nem forrasztott alkatrészek beazonosítása hasznos lehet más által végzett korábbi javítási kísérletek esetén is, mivel az eltávolított IC-ket így könnyebb észrevenni.

Előfordul, hogy fizikai sérülés helyett oxidáció miatt esnek le alkatrészek, ekkor az alkatrészek típusa nem azonosítható be, de sok esetben gyakori mintakapcsolásokról van szó, így egy nem pontosan azonos, de hasonló működő vagy alkatrész donor NYÁK-ot fel tudunk használni az alkatrészek beazonosításához.

4.3.1 Sérült MLC kondenzátorok

A kondenzátorok nem csak teljesen hiányozni tudnak, hanem megrepedni is, ez bekövetkezhet fizikai hatástól, mint a NYÁK hajlása, nekiütődése más alkatrészekhez, vagy a későbbiekben bemutatott módon, ahol a hőterheléstől mennek zárlatba.



4. ábra TDK MLCC standard és zárlat ellen jobban védett megoldása [3]

A kártyákon igen nagy kapacitású kondenzátorok találhatóak, például egy Asus Strix 2080ti-on a hátsó oldalon a memóriák és a GPU mag környékén található kondenzátorok:

MLCC 22 μ F/4 V (0603) X6S W2
MLCC 4.7 μ F/6.3 V (0603) X6S W1
MLCC 470nF/4 V (0201) X6S 30%

A nagy kapacitású, kisméretű kondenzátorok alkalmazásából (és költségcsökkentésből) adódóan a videokártya NYÁK-ok jellemzően csak hagyományos MLC kondenzátorokat tartalmaznak, amelyek a panel hajlása esetén vagy a sarkak sérülésénél szinte mindig zárlatba mennek. Szerencsés esetben olyan alacsony ellenállású lesz a zárlat, hogy a

rövidzárlat védelme miatt a tápegység nem indul el a NYÁK-on tőle, de nagyon gyakori, hogy a lecsökkent ellenállás ellenére a memóriánál 30 A feletti, míg a magnál jóval 100 A feletti tápok egyszerűen elégetik a kondenzátorokat.

Emiatt sose forrasszunk vissza sérült kondenzátort. Ha a külső fém vége a legkisebb mértékben is sérült, cseréljük le azonnal. A 5. ábrán látható kondenzátort sokan visszafordítják és újraforrasztják, azonban az egymáson lévő vékony rétegek a 4. ábrán látott módon szorosan egymás felett vannak, felváltva az egyik és a másik lábhoz kötve, így ilyen mértékű sérülés esetén biztosan sérült a kondenzátor és a rétegek bármikor rövidzárlatba mehetnek. Az ábrán a fekete vonal jelzi a sérülés vonalát, a jobb oldali megoldás esetén ez csak az egyik fegyverzetet érinti, így zárlatot nem okozna, a bal oldali, hagyományos kivitelnél a sérülés a kondenzátor zárlatához vezet.



5. ábra Sérült, félig leszakadt MLC kondenzátor

4.3.2 Sérülések a vezetősávokon

A következő gyakori hiba a vezetősávok sérülése. Jellemzően a PCI-e X16 csatlakozónál illetve a csavarlukák közelében fordulnak elő, szakszerűtlen be és kiszerelés, illetve csavarhúzó megcsúszása okozza.

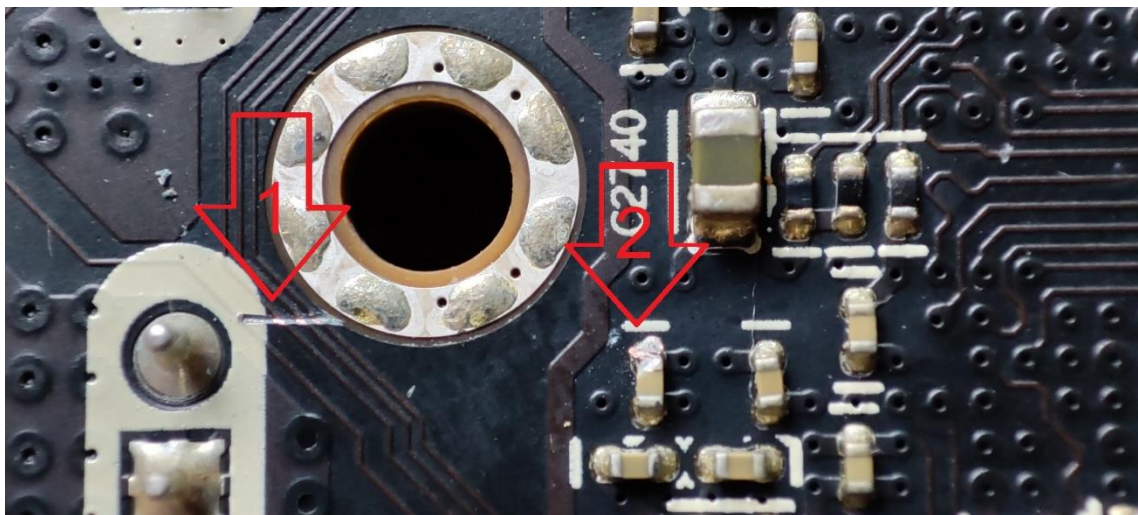
Megtévesztő tud lenni a hiba, mivel az 7. ábrán is látszik a karcolás, azonban az összes vezetősáv sértetlennek tűnik, mivel a réz fólia folytonos a karcolás vonalán. Azonban amikor a vezetősávokat ilyen hatás éri, sokszor a karcolás két szélén megszakadnak és a látszólagosan jó vezetősáv szakadásba megy vagy az ellenállása jelentősen megemelkedik.

A 6. ábrán kétféle oldalsó metszet szemlélteti a jellemző vezetősáv hibákat, a felső fekete vonal szemlélteti a forrasztásgátló lakkot és a sárga vonal a vezetősávot. Az

erőhatás irányától függően a vezetősáv teljesen benyomódik, vagy csak az egyik oldalán szakad meg, mint a B esetben. Megfigyelhető, hogy mérés nélkül a vezetősáv megszakadása nehezen megállapítható mindkét esetben. A javításuk a sérülés jellegétől függetlenül azonos, a sérült vezetősávokról a forrasztásgátló lakkot el kell távolítani, ezt szikével vagy üvegszálcsiszoló ceruzával lehet a legegyszerűbben elvégezni, majd a vezetősáv leónoztatása után egy vékony rézszálal ráforrasztva. Erre azért van szükség, mivel az ábrán látható, hogy a megszakadt vezetősáv összekötendő végei nem azonos síkban vannak, így csupán a leónoztatásuk nem fogja összekötni.



6. ábra Vezetősávok fizikai sérülése



7. ábra Sérült MLC kondenzátor és sérült vezetősávok

4.4 A vezetősáv javítás folyamata

1. A forrasztásgátló lakk eltávolítása, ez történhet 38-as szike pengével vagy üvegszálcsiszoló ceruzával. Nagy fordulatszámú csiszológép használata nem javasolt, mivel nem ad érezhető visszajelzést arról, ha a szerszám a réz vezetősávot elérte. Alkalmazgató még hobbikés/sniccer penge frissen tört, nem éles éle is mint kaparó, közel 70 fokos szögben tartva. Nem szükséges nagyon pontosan dolgozni, a területet később forrasztásgátló lakkal fogjuk lefedni, azonban ügyeljünk arra, hogy feleslegesen ne szedjük le egyéb vezetősávokról a forrasztásgátló lakkot. (8. ábra)

2. A vezetősávok szemrevételezése és kimérése műszerrel, általában nem minden vezetősáv szakadt, így elegendő a szakadtakkal foglalkozni
3. A vezetősávok leónoztása, ehhez folyasztószer használata ajánlott. Ennek kettő célja is van. A nem szakadt, de sérült vezetősávokon ekkor vastagabb ónréteg alakul ki, ami segíthet a csökkent keresztmetszet által okozott problémák és a későbbi megszakadás elkerülésében.

A szakadt vezetősávok leónoztására a vékony rézdrót ráforrasztáshoz szükséges.

4. A vezetősávok javítása vékony rézszálakkal, úgynevezett microjumperekkel történik. Amennyiben van tönkrement multiméter műszerzsinórunk, annak egy elemi szála tökéletes lehet, vagy 0.05 mm²-es rézdrót is kapható erre a célra. Ajánlott nem zománcozottat használni, mivel teljes hosszában le kell forrasztani úgyis, a zománc leégetése fölösleges extra lépés lenne. Kapható kifejezetten ilyenre gyártott öntapadós réz fólia vezetősáv is, azonban tapasztalat alapján lényegesen nehezebb azzal dolgozni,

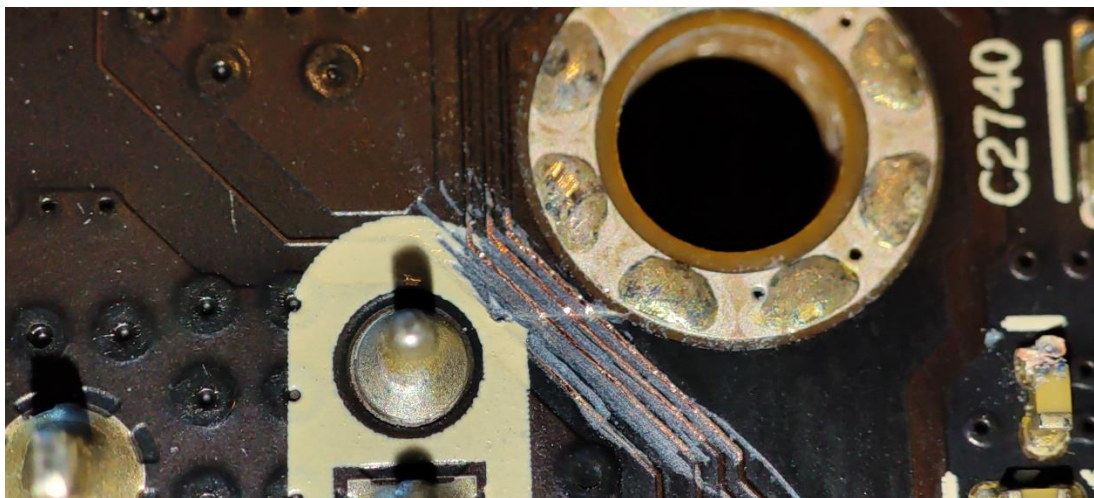
A microjumpert is folyasztószer használata mellett leónozzuk, majd a sérült vezetősávra fektetve ráforrasztjuk.

5. Miután minden vezetősáv folytonos és ellenőriztük egyik sem zárlatos a szomszéd vezetősávokkal a NYÁK-ot alkohollal letakarítjuk, mivel a forrasztásgátló lakk csak tiszta felületre vihető fel.
6. Ajánlott zöld vagy átlátszó forrasztásgátló lakkot használni, a többi szín hajlamos UV fény hatására csak a felső rétegben megszilárdulni, míg alatta folyadék marad és könnyen lejön. Amennyiben más színre van szükség, a javítás után egy extra réteg színes forrasztásgátló lakk alkalmazása a legjobb megoldás, esetleg fekete panel esetén oldószeres fekete tollal be lehet színezni.

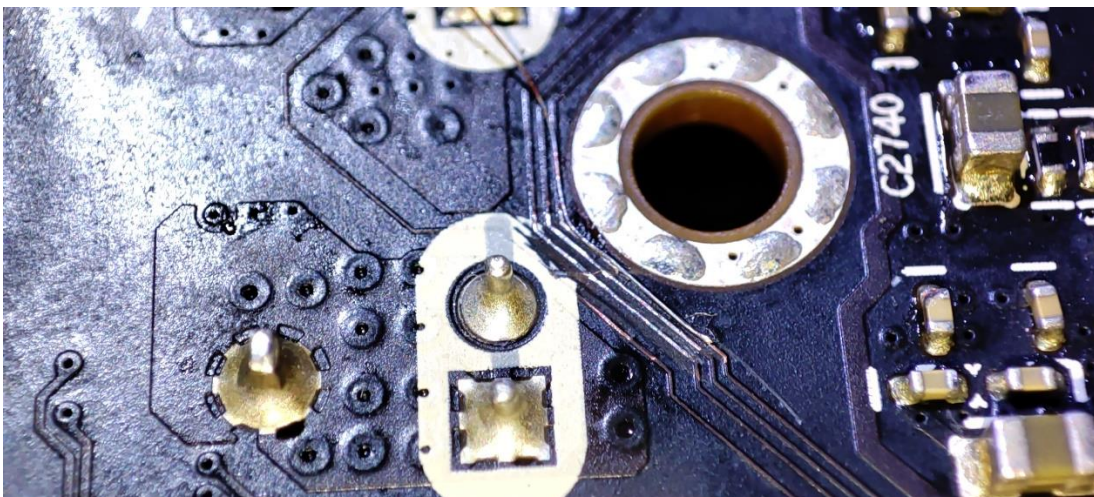
A forrasztásgátló lakk felületi feszültsége nagy, így legegyszerűbben egy pici cseppből szétterítve lehet felvinni. (10. ábra) Amennyiben nagyon kicsi a javítandó felület, egy darab műanyagra rakott cseppből lehet tűvel vagy csipesszel adagolni. A szerszámot gyakran kell takarítani, mivel ha a tűt nagy hosszon befutja a lakk, akkor az új lakk, amibe belemártjuk fel fog futni a szerszámon, hogy minimális legyen a felülete és nem a csúcán marad cseppként, ahonnan könnyen a vezetősávra adagolható

Levert PCI-e kondenzátorokat ugyanezzel a módszerrel tudunk pótolni, ha a forrpad fel van szakadva. A pad pótlásra használt réz műszerész üllőn laposra

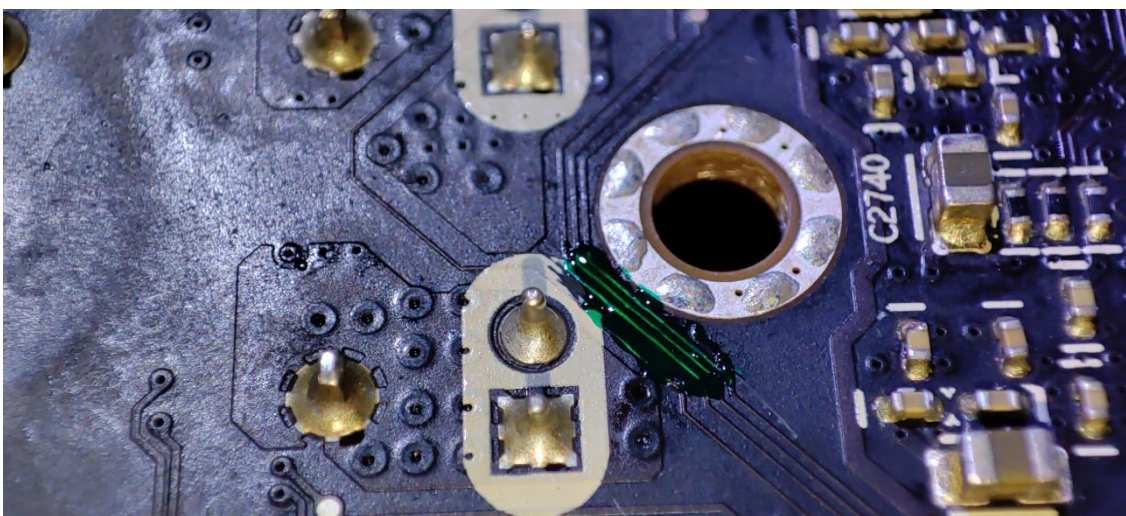
kalapálása segít az alkatrész síkban tartásában, így kisebb az újbóli mechanikai sérülés esélye is.



8. ábra A vezetősávok forrasztásgátló lakk nélkül



9. ábra A vezetősávok leónozva, a felső vezetősávon a microjumper felforrasztva



10. ábra Forrasztásgátló lakk felvitele

Az 7. ábrán a sérült vezetősávon túl fontos észrevenni a sérült végű MLC kondenzátort is, mivel az is zárlatos lehet és egy 0201 méretű MLC egy több, mint 30 A-es 1.35 V-os tápegységen nem fog olyan áramot felvenni, ami aktiválná a túláram védelmet.

Azonban fel fog hevülni olyan mértékben, hogy elégeti az FR4-es NYÁK-ot és a megégett műgyanta vezetővé válik és a zárlat egy öngerjesztő szenesedést okoz a NYÁK felszínén és belsejében, amit nem mindig lehet megjavítani, ha az égett rész túl mély, vagy jelentős mennyiségű nagysebességű memória vagy PCI-e adatvonalat érint.

5. Külső tápellátási pontok ellenállásai és dióda módban mérendő értékek a videokártyákon

Ezeket az ellenőrző méréseket minden kártya esetén feszültség alá helyezés előtt el kell végezni, rögtön a kártya fizikai szemrevételezése után. Kártya helyszíni vásárlása vagy helyszíni bemérése esetén is hasznos lehet, mivel elég jelentős részük mérhető a hűtő megbontása nélkül.

5.1 PCI-e 6 pines és 8 pines tápcsatlakozó

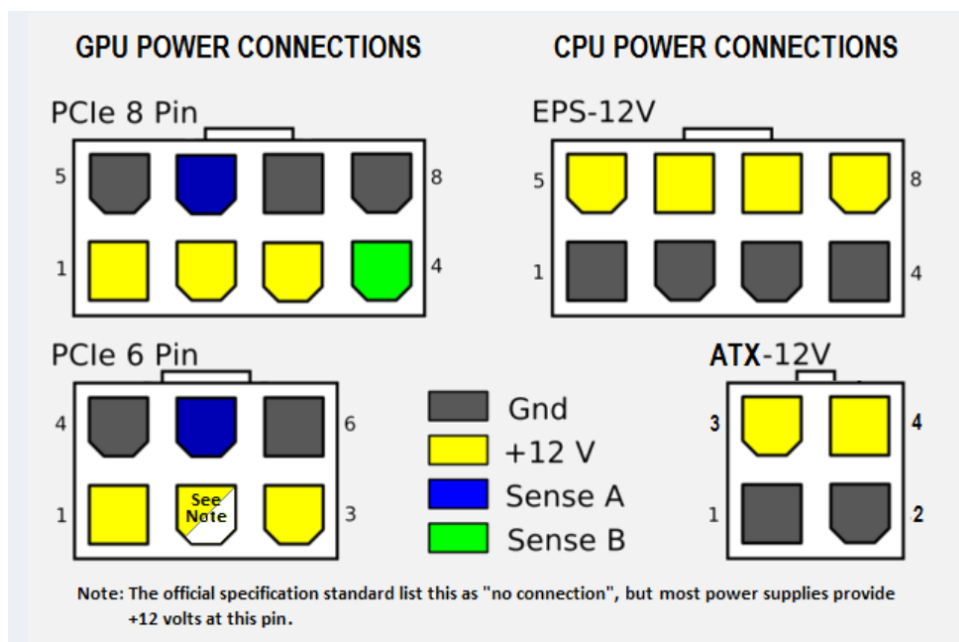
A mérést a tápcsatlakozóknál kezdjük, kiosztása a 11. ábrán látható. Videokártyákon jellemzően 6 és 8 pines csatlakozók vannak és a 12 V-os lábaik a kártyán közösítve vannak.

Fontos megjegyezni, hogy a csatlakozó 90°-os és -90°-os kivitelben is gyakori, így a pöcök helyzetéhez képest kell nézni őket. A képeken a tápegység felőli oldal látható szemből. Elég annyit megjegyezni, hogy a pöcöktől távolabbi oldalon a két középső pin közül az egyikén lehet mérni a fő 12 V-os tápbemenetet.

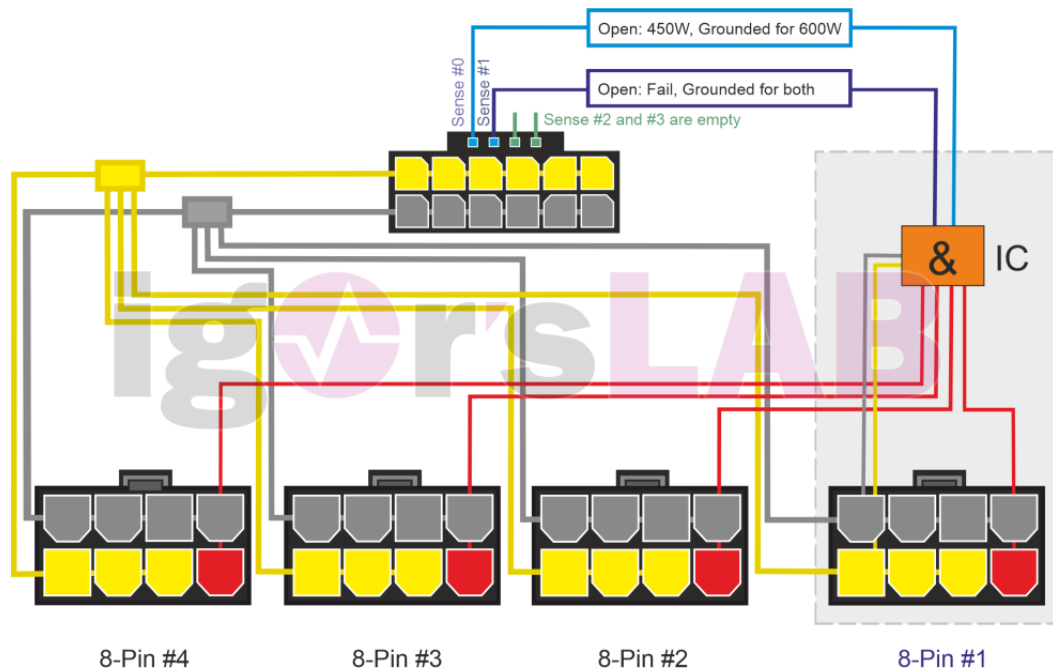
A CPU csatlakozók kiosztása pont a fordítottja, videokártyába elég nehezen, de be lehet dugni azt is, okozhat problémát. Ez alól kivételt jelent pár professzionális videokártya, ami a 12 V EPS, vagyis CPU tápcsatlakozó féle kiosztást használja, Nagyon ritkák, de figyelni kell rá. A sense lábak a tápegység oldalán GND-re vannak kötve, a kártya azt figyeli, hogy GND van-e azon a lábon.

Az új, 12VHPW szabványú csatlakozó pedig 12 pinen 6-6 12 V és GND lábat tartalmaz, mind a hat össze van kötve. A régi csupán 12 pines kivitelben ezek a lában nem voltak közösítve, jellemzően kettesével voltak csoportosítva a kártya felőli oldalon, erre *12-pin power plug* néven hivatkozik az Nvidia és nem kompatibilis a 16 pines

újabb verzióval. Ezen túl négy lehetséges sense lábat is tartalmaz a 16 pines 12VHPW csatlakozó szabványa. A két jelenleg használatban lévő sense/detektáló lábat testre kell húzni, a további két sense láb nincs még egyetlen designban sem használva. Ez eredeti adapterek és logikát használnak, hogy a csupán minden csatlakozó bedugása esetén legyen a két sense láb testre húzva, azonban nevesebb márkák is gyártanak olyan átalakítókat, amelynél csupán kettő csatlakozóba van belekötve egy-egy sense láb és semmi sem akadályozza meg, hogy 2 db 8 pines csatlakozóról üzemeltessünk egy 600 W-os fogyasztót. Ilyen például a *CableMod Pro ModFlex 12VHPWR StealthSense PCI-e Cable Extension (16-pin to Triple 8-pin, 45cm)* terméke is, a sense lábat nem tartalmazó tápegység felőli oldalt be nem dugva a videokártya felőli csatlakozó túlterhelhető, mivel csupán 4 db 12 V-os lábon át vesz fel a kártya 600 W-ot, ami 12.5 A-t jelent pinenként. A 12. ábra mutatja a 12VHPW csatlakozó kiosztását és a szabályos átalakítását a régi 8 pin PCIe csatlakozóra a négy bemenetű ÉS logikával, amely igazából komplexebb, mivel tetszőleges 3 bemenet bekötése esetén az egyik sense lábat testre húzná, 450 W-os maximális teljesítményt jelezve a kártya felé.



11. ábra Tápegység csatlakozók lábkiosztásai a lengőcsatlakozót szemből nézve[7]



12. ábra 12VHPWR csatlakozó kiosztása és átalakítása a régi 8 pinre [8]

5.1.1 PCI-e tápcsatlakozók mérése

Először mérjük meg minden tápcsatlakozó ellenállását a testhez képest, az érték valamilyen sebességgel emelkedő lesz, mivel a NYÁK sok kondenzátort tartalmaz. Ha az érték lassan 5-10 k Ω vagy még magasabb értékre emelkedik, akkor a bemenet valószínűleg rendben van, legalábbis a current-steering részig. Ez az áramkör tudja a különböző tápok terhelését egyenletesen elosztani az összes bemeneten, illetve nem bedugott tápcsatlakozó esetén ez teszi lehetővé a POST-olást majd hibaüzenet kiírását, azonban sok a probléma velük és nem szükségesek. Tapasztalat alapján legtöbbször szétégnek, ha a terhelés oldalán zárlat lép fel, így ha zárlat van a kártyán, majdnem mindig a current-steering is kiég és ennek a lecsökkent ellenállása ugyanúgy mérhető a csatlakozó felől. Teljesen szakadt, 100 k Ω körüli vagy nagyobb ellenállás sem jó, ez arra utal, hogy az adott bemeneten a biztosíték vagy a sönt vagy szűrőtekercs megszakadt.

Ne feledjük, hogy a 3000-es szérián alkalmazott 12 pin-es csatlakozó három külön ágat tartalmaz, így az első, harmadik és ötödik 12 V-os lábon is végezzük el a mérést.

5.2 A PCI-e élcsatlakozó mérése

Ezután a PCI-e élcsatlakozót kell megmérni, az első oldalon balról az első 3 pin 12 V, az osztástól visszaszámolva balra a negyedik a 3 V, ezekenél ellenállást kell mérni, hasonlóan a csatlakozóhoz, nem szakadt és nem zárlatos, az ideális érték kártya függő. A többi mérés diódamódban végzendő, piros mérőtű a GND-n, feketével mérünk (mint

a legtöbb dióda mérésnél videokártyán). A hűtő felőli oldalon az osztás utáni 3. és 4. pin az első adatpár, PEX_RX0 és PEX_RX0*, ezeken műszertől függően valahol dióda nyitófeszültség körül fogunk mérni, azonban a mért értéknél sokkal fontosabb, hogy a kettő közel azonos legyen.

A kártya hátoldalán ezután a rövid NYÁK bevágástól jobbra lévő első pinen megmérjük a pe_rst, vagyis PCI-e reset jelet, ezen legtöbbször van egy AND kapu és néha megsérül. Egy ismertén jó kártya alapján kimérhető mit várunk, de jellemzően egyik irányban szakadás vagy magas nyitófeszültség, a másik irányban dióda nyitófeszültség jellemző rá. Ha mindkét irányban szakadás vagy zárlat van rajta, ki is cserélhetjük az AND kaput, biztosan annak a meghibásodása a mérési eredmény oka.

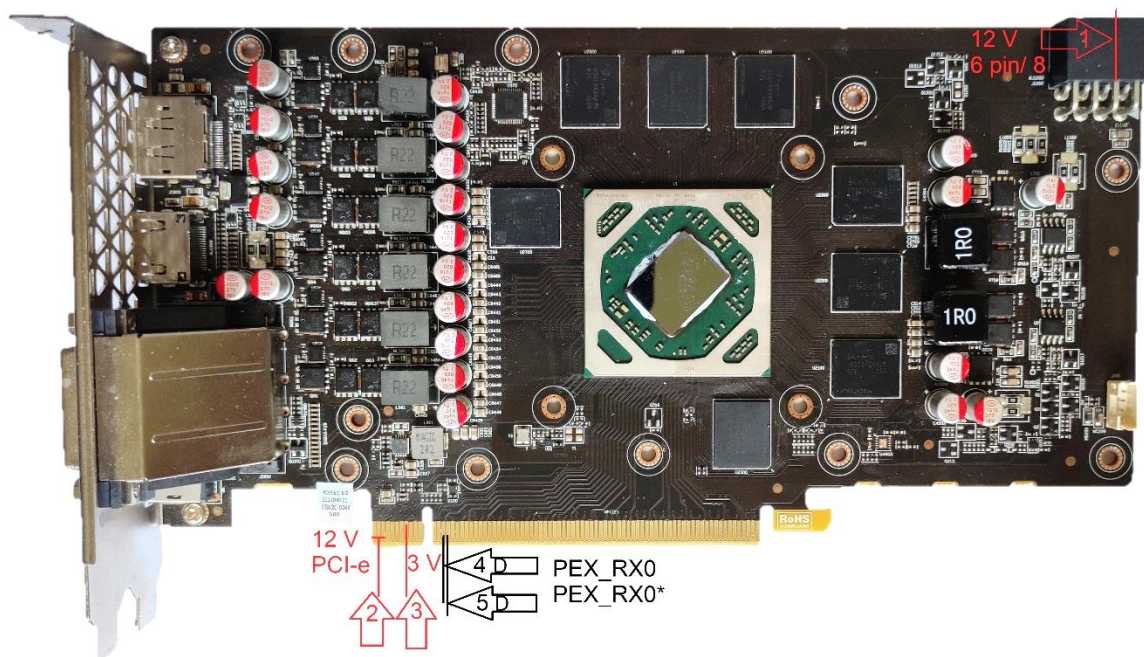
A következő mérendő pontok a hátoldalán, az osztástól balra a 2. és 3. pin, ez a refclk és refclk*, ha ezek közül az egyik is meg van szakadva, a kártya menthetetlen. A 12.2 Fordított riseres hiba részben erre a meghibásodási módra vissza fogok térni részletesen.

Ezek a mérendő értékek kártya függőek, azonban néhány javítás után rá lehet érezni az ellenállásokra, amelyek nem ideálisak, például egy Aorus extreme GTX 1080TI-nál a 3 V ellenállása 3-4 k Ω -ra esik, ha az RGB és ventilátor vezérlő IC meghibásodik, névleges értéke 40 k Ω felett van, míg más kártyáknál 3 k Ω teljesen normális.

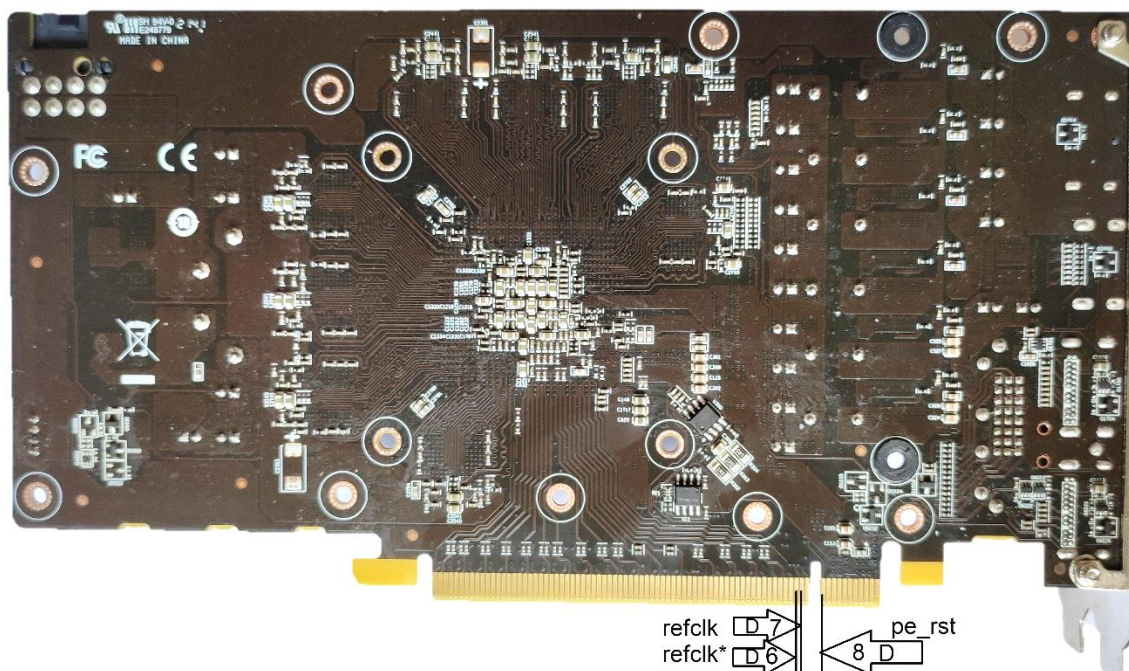
A fent leírt mérési pontokat két nagyfelbontású képen ábrázoltam (13. ábra és 14. ábra), érdemes belenagyítani, de a pinek számolását hamar meg lehet jegyezni, az adatpároknál és refclk-nál pedig látszanak a párban menő vezetősávok, amely alapján felismerhetőek. A hátsó oldalon az első adatpár másik felét PEX_TXX0 és PEX_TXX0* lábakat nem szükséges mérni, mivel ezek a PEX_RX0 és PEX_RX0* lábakkal ellentétben egy 0.22 μ F-os kondenzátorral le vannak választva, így külső egyenárammal nem tehetőek tönkre a chipnek ezen lábai. A jelölésre kitérve: *, #, illetve _ kapcsolási rajzokon negálást jelent, ez lehet differenciális adatvonal negált fele vagy simán egy negatív logikai működésű áramkörhöz, például a therm_overt# jel normál esetben magas, amikor aktív a hibaállapot, akkor lesz alacsony.

Az ábrához magyarázat:

- A számozás a mérés sorrendjét jelöli.
- A nyíl színe a használt mérőtű színét jelöli (tehát dióda vizsgálatnál a polaritást).
- A sima szám ellenállás mérést jelent, a D jelzi, hogy dióda nyitófeszültség mérés módra kell állítani a műszert.



13. ábra Kártya elején a fő külső mérési pontok



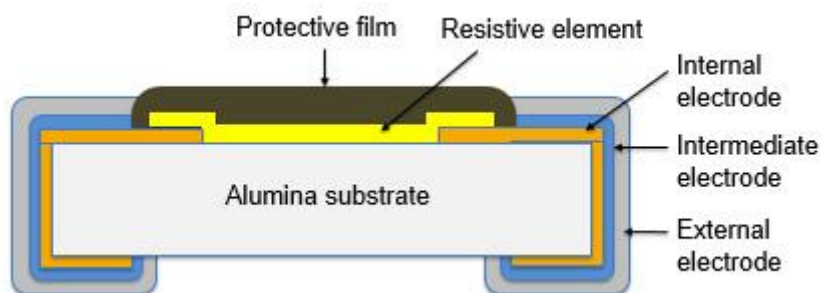
14. ábra Kártya hátán a fő külső mérési pontok

Mindez a hibakeresés a kártya számítógépbe helyezése nélkül történt és az előző pontban leírtak a kártya szétszedése nélkül is percek alatt elvégezhetőek.

6. Alkatrészek kimérése:

1. Ellenállások áramkörben mindig a névleges, vagy annál kisebb értéket mutatnak és mérésük során fontos, hogy a padokon és ne az alkatrészek kivezetésein mérjünk, mivel az ellenállás „lábai” lehetnek töröttek illetve a mérőtűtől is megsérülhetnek.
2. Ha az ellenállás bizonytalan értéket mutat és nem lassan emelkedik az értéke egy vele kapcsolatban álló kondenzátor miatt, vagy az ellenállás tetején más értéket mérünk, mint az ellenállás közelében a vezetősávon, akkor az alkatrész hibás, meglett ütve vagy folyadékkártól korrodálódott a kivezetése.

A 15. ábrán látható a vékonyréteg ellenállás felépítése, az ellenállás a hordozó tetején helyezkedik el és a lábai a hordozó alá hajlanak be. Fizikai hatástól leginkább az alsó élénél szokott megszakadni és ekkor lehetőség van az ellenállás kimérésére is, korróziónál a kivezetéstől válik el az ellenállás és sokszor nem lehetséges megmérni.

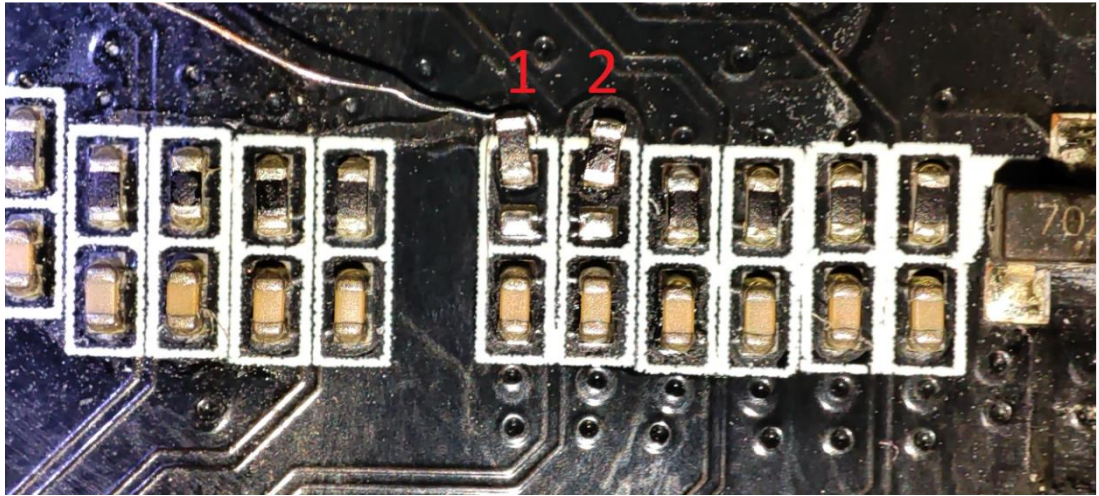


15. ábra Panasonic chip ellenállás metszete [4]

3. Gyakori hiba az is, hogy áramkörben könnyen mérhető ellenállásokat a szervizések „elfordítanak”, azaz úgy kiforrasztják őket, hogy csak az egyik lábuk érintkezzen, mivel így könnyű megmérni őket hagyományos mérőtűvel az alkatrész elugrása nélkül. Ez egy rossz szokás, mivel a csak az egyik végén rögzített ellenállás mérése során a mérőtűvel nagyon könnyű meglökní az alkatrészt és a kivezetése ettől letörik.

A helyes megoldás az ellenállás kifordítása, majd a nem csatlakozó lábára vékony rézdrót forrasztása, amit meg tudunk érinteni a mérőtűvel vagy mikrocsipesszel az alkatrész károsodása nélkül. A 16. ábrán az 1-es szemlélteti a helyes megoldást, míg a 2-es a nem ajánlott megoldást. Az ellenállás eltörése különösen problémás lehet, ha azért mérjük meg, mert nincs kapcsolási rajz az áramkörhöz és vissza akarjuk

rajzolni, esetleg ez egy kölcsön/ donor kártya, amin a javítandóról hiányzó alkatrészek értékét ellenőrizzük.



16. ábra SMD ellenállások mérése

4. FET-ek mérése áramkörben nem mindig egyszerű, de jellemzően igaz, hogy a Gate lábnak viszonylag nagy ellenállásúnak kell lennie GND-től és Source és Drain lábtól is, párszáz ohm a minimum, amit várunk, általában kiloohm nagyságú. Amennyiben bizonytalan az eredmény, dióda módban is ellenőrizhető, áramkörön belül a Gate lábón a gate meghajtó IC kimeneti fokozatának dióda feszültségét fogjuk mérni, pár ritka kivételt leszámítva. A D-S dióda áramkörben nem mindig kimérhető a többi alkatrész miatt,

6.1 Többfázisú tápegységek hibakeresése

1. Amennyiben nem kisjelű FET-et mérünk, hanem egy több fázisú tápegységet (több FET pár és több tekercs), a mérési eredmények összehasonlítása is segít, jellemzően minden páron ugyanazokat az értékeket várjuk a Gate mérése során ellenállás és dióda módban is.

Ez alól kivételt jelent pár furcsa megoldás, ahol a tápegység vezérlő IC tartalmaz pár belső FET meghajtót és pár PWM kimenetet, ezeknél a kétféle FET meghajtó különböző mérési eredményeket fog adnia Gaten, azonban az azonos típusú Gate meghajtók csoportján belül azonos értékek várhatóak.

2. A FET-ek Drain Source dióda nyitófeszültsége is kimérhető, illetve kisjelű FET-nél a D-S ellenállás magas szokott lenni a legtöbb áramkörben a videokártyákon.

Nagy tápegység FET-eknél nem szabad elfelejteni, hogy a buck konverter low side, tehát a GND és a kimenet közti, a diódát helyettesítő FET-je párhuzamos a

terheléssel, tehát ott nem a diódát fogjuk mérni, hanem a terhelés ellenállását. Ez GPU VCORE, vagyis a chip főtápján esetén $100\text{ m}\Omega$ alatti érték is lehet, ami megnehezíti a táp hagyományos módszerekkel való ellenőrzését.

3. Több fázisú tápnál a zárlat mindegyik fázison mérhető lesz, amelyek egy Vin csoportba tartoznak, tehát ugyanonnan kapják a tápfeszültséget. Azonban a zárlatos fázison a Gate mindig zárlatosná válik a Source és Drain lábak felé (legtöbbször mindkettő felé mérhető a zárlat, mivel a FET D-S zárlatos is), amit ki lehet mérni.
4. Amennyiben zárlatos tápegységgel találkozunk, amiben több párhuzamos fázis van, a hibás fázis megtalálása nehezebb lehet olyan FET-eknél, amelyeknél a meghajtó IC integrálva van a FET tokjába és egy tokon belül található a high és low side FET. Ezek az integrált áramkörök legtöbbször csak egy GL jelölésű lábbal, vagyis low side Gate lábbal rendelkeznek, ami az áramkör bemérésénél hasznos, azonban a zárlatos FET majdnem mindig a high side oldali, tehát a bejövő tápfeszültség és a kimenet közti, így a Gate mérés módszere nem működik itt.

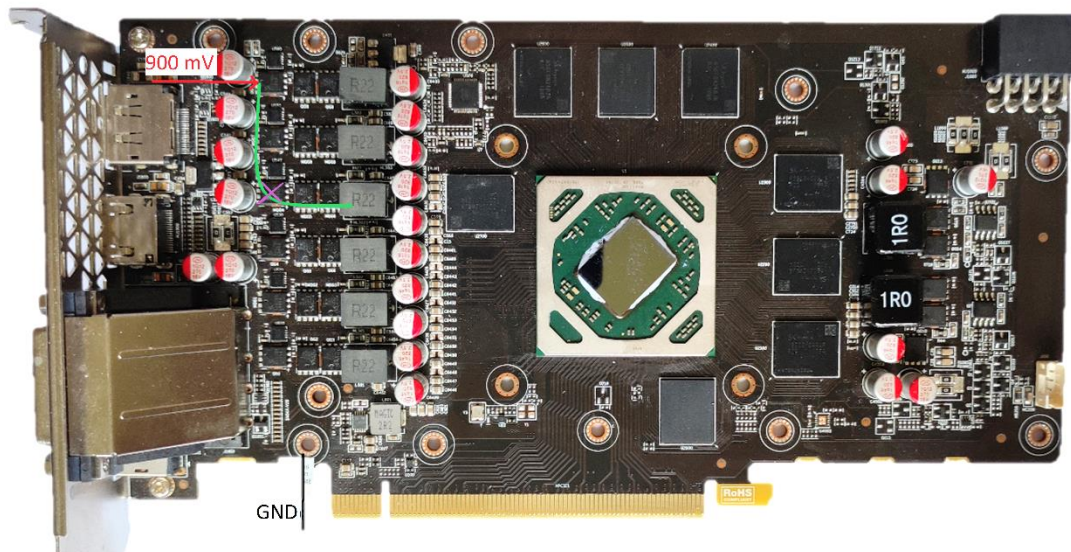
A leggyorsabb megoldás megnézni, hogy mely fázisok Vin, tehát táp be lábán mérhető zárlat. Jellemzően a Vin 3 vagy több részre van osztva a modern kártyákon, így szerencsés esetben csak pár fázison fogunk zárlatot mérni a Vin lábon. Ha nem találunk szemrevételezéssel semmit, akkor a zárlatos fázis megtalálása műszerezettségűtől függően több módon is történhet.

A legkevesebb szerszámot igénylő megoldás a tekercsek megemlése, azaz a terhelés felé menő tekercsek egyik lábának megemlése, mivel a Vin lábon mért zárlat az igazából a terhelés ellenállása a zárlatos high side FET-en át.

Amelyik FET megbillentésénél eltűnik a zárlat, az a fázis a hibás. A tekercs kiforrasztása kezdőknek sokkal egyszerűbb, mint a soklábú IC-k kiforrasztása, emiatt ezt szoktam ajánlani.

6.2 Zárlatkeresés nagyáramú labortápegységgel

Ha kellően nagy áramú tápegység is kéznél van, akkor használhatunk feszültség injektálást is: ekkor a Vin lábakra 900 mV -ot kötünk (sosem többet, mert a kimeneten lévő terhelés, vagyis a GPU meghal tőle). Ennél a módszernél a tekercs egyenáramú ellenállását használjuk fel a hibakeresésre.



17. ábra Zárlatos fázis keresése áramgenerátoros módszerrel, labortápegységgel

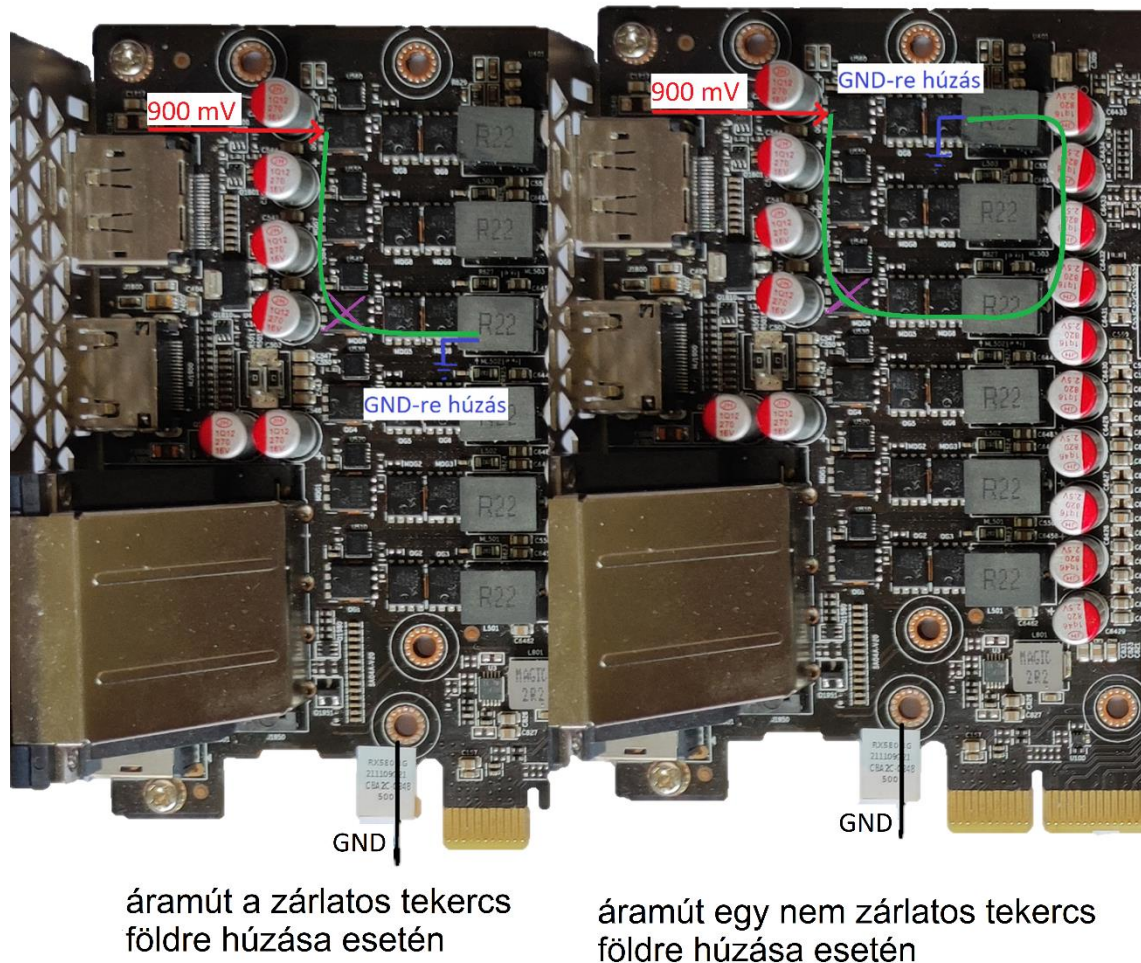
A 17. ábrán látható módon bekötjük a tápegységet és az áramkorlátot 6-8 A-re állítjuk, a pontos értéke nem számít a mérés összehasonlítás alapú. A módszer működése miatt minél pontosabb a feszültségmérőnk, annál kisebb áram elegendő lehet. A 900 mV csak egy beállított feszültség, a táp folyamatosan áramgenerátoros módban fog dolgozni. Tegyük fel, hogy képen felülről a harmadik FET zárlatos és a kártya legyen integrált FET meghajtós, a módszert egy diszkrét FET-es kártyán mutatjuk be az egyszerűség és jobban átlátható ábra kedvéért; a gyakorlatban ezt a Gate ellenállás alapján is ki tudnánk mérni, így jelen módszer hasznosabb az integrált FET meghajtós, DrMOS-os kivitelekénél.

A módszer alapja az áramgenerátor által a NYÁK-on, a zárlatos FET-en és a tekercseke ellenállásán ejtett feszültség mérése. Csatlakoztassunk egy pontos feszültségmérőt a betáplálási ponthoz, majd sorban egyesével zárjuk testre az R22-es tekercsek bal, vagyis FET felőli oldalát. Mivel a kártyán lévő táp zárlatos, a zöld vonal mentén áram fog folyni a labortápegység felől. Amikor azt a tekercset húzzuk testre, amelyik a zárlatos fázishoz tartozik, akkor az áram a betáplálási ponttól a zárlatos FET-en át a test fele folyik, 0 tekercsen át. Minden más tekercs esetében a tekercs bemenetének rövidre zárása esetén az áram a labortápegység felől a harmadik, zárlatos fázis tekercsén át és az adott, éppen testre húzott tekercsen át visszafele folyik a test fele.

Ennek az lesz az eredménye, hogy a két tekercs egyenáramú ellenállásán feszültség esik és a betáplálási ponton mért feszültség magasabb lesz. Az áram útját a 18. ábra mutatja. Tehát a hibás fázis az az, amelyik tekercsének testre zárása esetén a legalacsonyabb az áramgenerátor feszültsége a betáplálási ponton.

A módszer azért praktikus, mivel a különbség a jó és rossz fázisok esetén 2 tekercsnyi feszültségesés, ami jól mérhető egy legalább 3.5 digitos multiméterrel.

Fontos megjegyezni, hogy a tekercsek xRy jelzése az induktivitásukat jelzi, nem a tekercsek egyenáramú ellenállását, az ellenállásuk pár milliohm körüli, mivel üzemszerűen 30 A vagy akár 70 A is lehet az áram középértéke, kártyától függően.



18. ábra Az áram útja az áramgenerátoros mérési módszer esetén

6.3 Tápegység hibák lehetséges következményei

A hibás FET eltávolítása után, ha nem áll helyre az ellenállás a Vin és 5 V tápágakon, tehát közel 0 Ω marad az ellenállásuk, akkor először ellenőrizzük a FET meghajtó IC-eket és a tápegység IC-t - melyre sokszor PMIC-ként hivatkoznak, mint power management integrated circuit- mielőtt további hibás fázisokat keresnénk.

Jellemző meghibásodás például az Asus expedition edition RX 570 és hasonló RX szériás bányászkartyáknál az, hogy a meghajtó IC olyan mértékben károsodik, hogy az a tápellátása felé is kisebb ellenállásúvá válik.

Expedition edition kártyáknál fontos, hogyha a 12 V-os lábon a PCI-e élcsatlakozón alacsony ellenállást mérünk a földhöz képest, akkor távolítsuk el a FET meghajtókat. Valamilyen tervezési hiba miatt nem csak a meghibásodó, hanem közel az összes fázis FET meghajtója meg szokott hibásodni és közülük legalább egy a biztosíték előtt van rákötve a az élcsatlakozóra, így a zárata esetén az élcsatlakozó lába meg tud égni vagy akár az alaplapban vagy riserben is kárt okozhat.

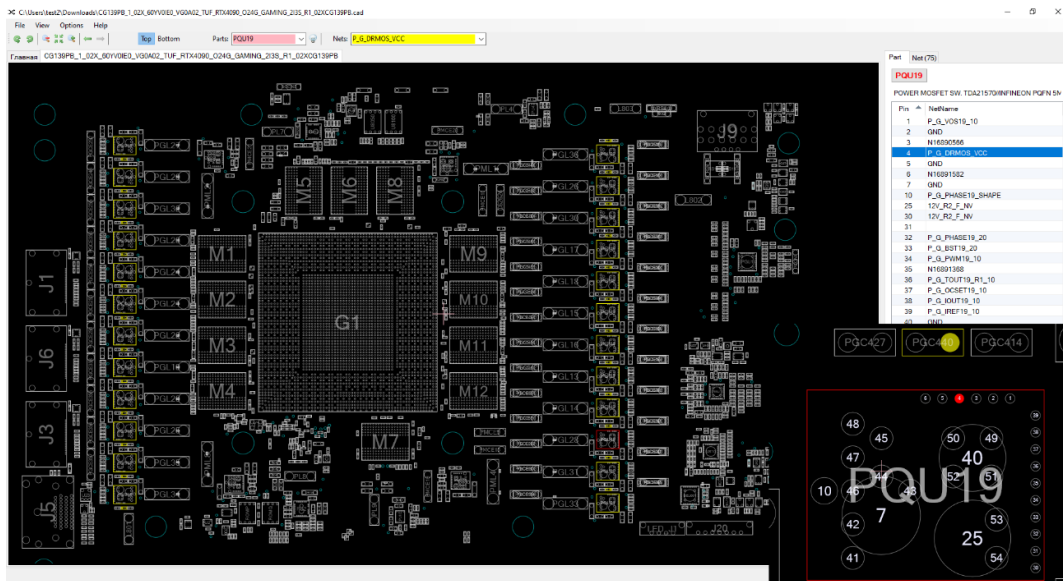
6.4 Mikor szükséges hőkamerát használni?

Az egyszerű módszer természetesen hőkamera alkalmazása és eközben feszültség injektálás. Ha a fogyasztó nem jelent elég nagy terhelést, hogy a zárlatos alkatrész felmelegedjen, a kimenetet rövidre zárva mindig lehet a detektáláshoz elegendő áramot áthajtani az integrált FET meghajtós FET-eken - amelyekre DrMOS-ként is szokás hivatkozni, mivel az az egyik legelterjedtebb kivitele a piacon. Ezekről bővebben az alábbi pontban írok, de lényegében két FET és a hozzájuk tartozó Gate meghajtó IC van egy tokban, így a PMIC-nak a PWM kimenete direktben ráköthető, nem szükséges külső meghajtó áramkör és minden FET hővédelme is integrálva van a tokba.

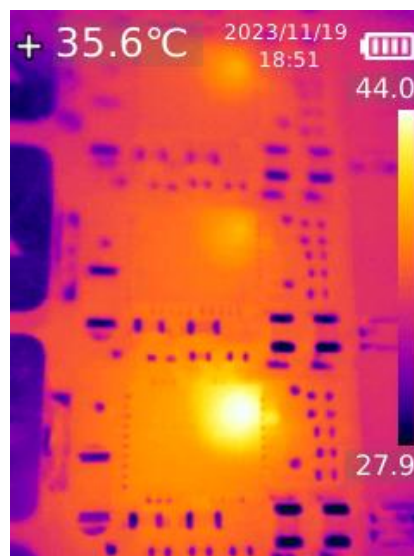
6.4.1 DrMOS felépítése és hőkamerás képe

A DrMOS-ok Vdrv és VCC, azaz integrált gatemeghajtó áramkör gatemeghajtó és logikai tápja lesz zárlatos a PMIC meghibásodása vagy vízkár, esetleg helytelen PMIC firmware miatt. Ekkor a Vdrv tápba injektálva megtalálható a zárlatos IC, amire semmi más egyszerű megoldás nem létezik, mivel míg a VCC lábak 2.2 Ω -os ellenálláson át csatlakoznak az 5 V-os tápbuszra, addig a Vdrv lábak mind közősek, mint ahogy a 19. ábra is szemlélteti (a Boardviewer program az azonos hálózathoz tartozó pontokat sárgán kiemeli, ha az adott hálózatra kattintunk).

A hőkamerás kép egyértelműen mutatja a zárlatos alkatrészt, miközben a kimérése hagyományosan csak egyesével kiforrasztással megoldható.

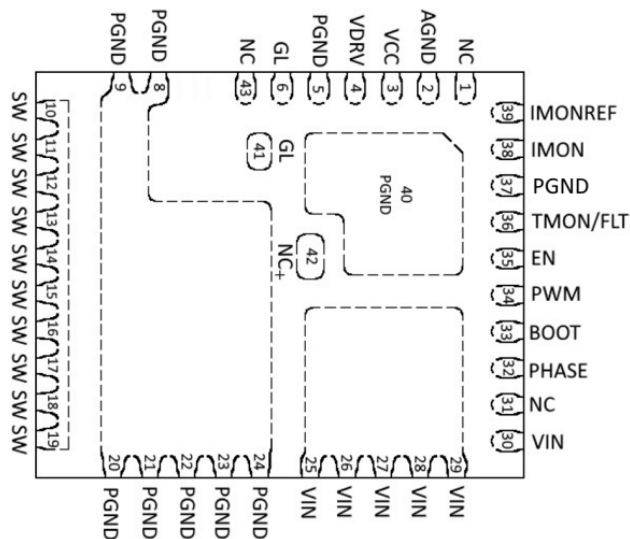


19. ábra Asus RTX 4090 TUF boardview [5]



20. ábra TDA21570 melegszik az integrált Gate driver részénél

A 21. ábrán látható az IC felülnézeti képe azonos állásban, mint a hőkamerás képen, így rögtön észrevehető, hogy nem a teljesítmény FET-ek, hanem a beépített FET meghajtó melegszik a hibás alkatrészt mutató ábrán, mivel a tok bal és alsó oldalán helyezkedik el a két FET és a meghajtó a jobb felső sarokban, a kis GND padon a PWM, EN, BOOT és VDRV lábak közelében található.

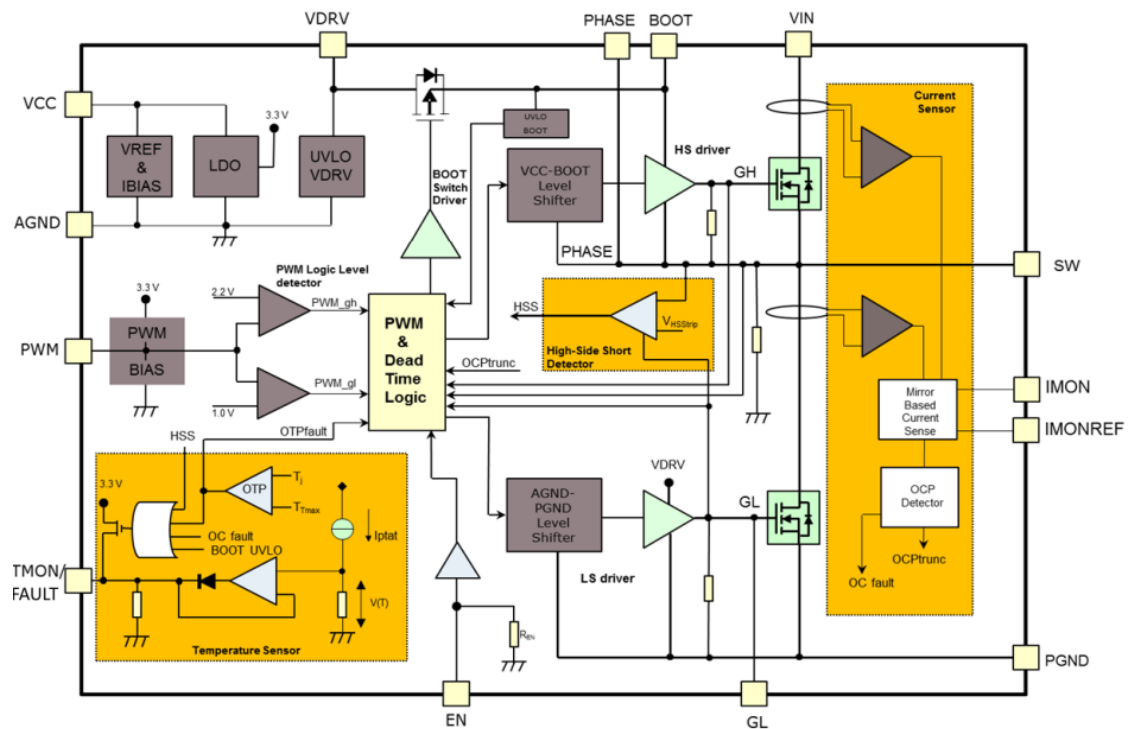


21. ábra TDA21570 felülnézeti képe [6]

A 22. ábrán az IC blokkvázlata látható, egyértelműen látszik róla, hogy a Vdrv lábon mért alacsonyabb ellenállás oka az IC belsejében található FET meghajtó meghibásodása.

Azonban több dolog is érdekes: Egyrészt a fázisok áramát nem a tekercs DC ellenállásán eső feszültség alapján mérik csak, hanem integrálva van az árammérés is benne, ami pontosabb eredményeket ad, de jelentősen megemeli az alkatrész kiskereskedelmi árát.

Ami ennél fontosabb, az a bal felső sarokban található LDO feliratú szürke négyzet, amelyen egy 3.3 V kimenet van. AZ LDO jelentése low-dropout (regulator), vagyis ugyan az, amit háromlábú kivitelben „stábkočka” néven ismerünk, csak ez kisebb és az IC belsejébe van integrálva. Ez azt jelenti, hogy a DrMOS-ok készletben is melegednek egy picit, mint ahogy a 20. ábrán is látható, nem csak a hibás alkatrész langyos. Illetve az ilyen alkatrészeknél a hagyományos alkohol párolgásos melegedés keresési módszer nem alkalmazható egyszerűen, mivel mindegyik melegedni fog, csak a hibás picit jobban.



Simplified Block Diagram

22. ábra TDA21570 blokkvázlat [6]

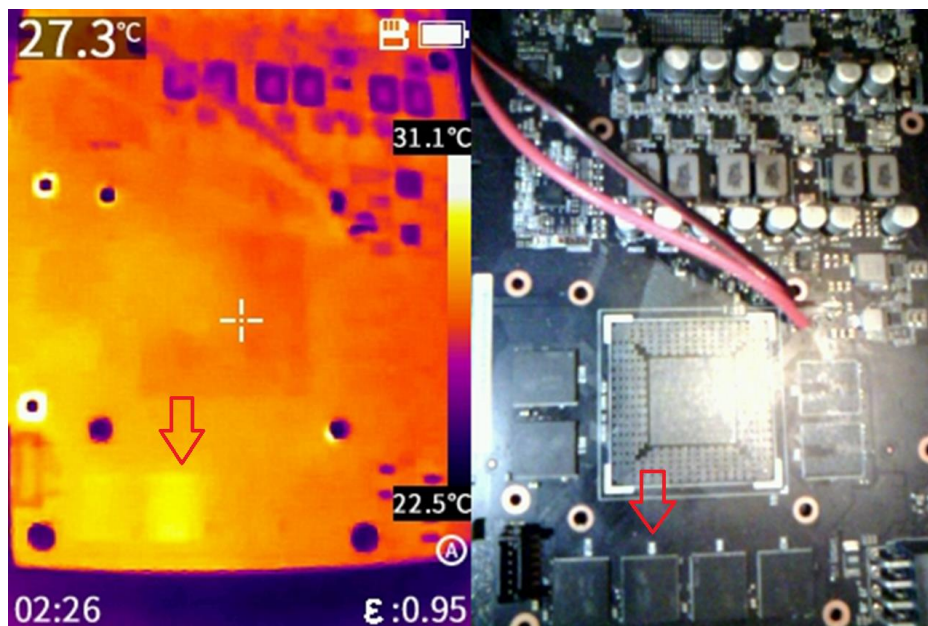
A zárlatkeresés hőkamera nélkül is megoldható, illetve személyes véleményem szerint a hiba jellege és logikai összefüggései, okai, esetleges következményei is jobban megérthetőek egy kezdő számára, ha nem úgy kezdi, hogy megnézzük hőkamerával és lássuk mi melegszik. Illetve ezek még mindig nem olcsó eszközök, egy használható darab megközelítőleg 120-140 ezer forint körül kapható, ilyen például a PC210 is, amit beszereztem a demonstrációkhoz és komplikált nagy ellenállású zárlatokhoz.

6.4.2 Zárlatos VRAM hőkamerás keresése

A hagyományos módszer a panel alkohollal való leöntése és a párolgás sebességének figyelése a legtöbb esetben elegendő, azonban például egy megfutott VRAM táp miatt részben meghalt videomemória mező alig melegszik 1-2°C-ot, így a hőkamerára szükség van. Néha a referencia feszültség lábak ellenállásán nem mérhetőek ki a hibás chipok- nem kifejezett értéket keresünk, hanem eltérést a többitől- az alább vizsgált esetben több chip is sérült volt, így a sok különböző érték alapján nem lehetett meghatározni a hibásakat.

A 23. ábrán látható, hogy a 4. chip, a B low ami leginkább melegszik (az első chip mindig a PCI-e csatlakozónál balra lévő és a számuk pozitív forgásirány szerint nő, kivéve RX6800 és újabb AMD kártyáknál).

Illetve azt is látni, hogy makro lencse esetén a thermal és a látható fény tartományba eső kép nem pontosan illeszkedik egymásra, mivel a makro lencse egy utólagos kiegészítő, ami ne fedje le a rendes kamerát. Illetve a kép kis felbontású, leginkább a thermal képek beazonosítására szolgál, némi utómunkával a két kép egymásra illesztető. Azért a képen kivehető a 6db memóriachip és a két vezeték, ami a feszültség injektáláshoz volt használva.



23. ábra GTX 1660TI hibás videomemóriája hőkamerán

7. Feszültséginjektálás, egyszerűen és biztonságosan

Mindig állítható áramkorlátú és állítható feszültségű labortápot használjuk, 30 V 10 A az ajánlott, más javításokra való tekintettel. A maximális biztonságos feszültség és ideális kezdő áramkorlát meghatározása kritikus, így ezzel kezdjük.

A tápot sosem állítjuk 0.9 V fölé, mivel az az a feszültség, amit a legtöbb félvezető még elvisel ezeken a kártyákon, illetve mint legdrágább félvezető, a GPU mag ennél többtől károsodhat.

Emiatt akár 12 V-os busz zárlatát keressük, akár valami kisebb táp zárlatát, sosem emeljük 0.9 V fölé a feszültséget. 1.8 V-os táp vagy VMEM táp részleges zárlatánál kivételes esetekben a feszültséget a névlegesre is állíthatjuk, azonban előtte 0.9 V-ra állítva biztosra kell menni, hogy a VCORE táp felé nincs zárlat vagy jelentős feszültség szivárgás.

Amennyiben nagy áramot kell használni és a vezetéken túl nagy feszültség esik és a táp már többé nincsen áramgenerátoros módban, a kábelt cseréljük nagyobb

keresztmetszetűre, ne a táp feszültségét emeljük!

Ennek oka az, hogy a zárlat hirtelen eltűnése/kiégése esetén hirtelen a kábelben eső feszültség töredékére esik vissza és a labortáp kapocsfeszültsége megjelenik a kártyán és tönkreteszi azt.

Például egy kellően kis ellenállású zárlatnál, ha 8 A-t injektálunk és a tápunk 0.9 V-ra van állítva, akkor ha a két vezeték és banándugók együttes ellenállása 1 Ω , akkor a vezetéken 0.8 V esne. Mivel 0.1 V feszültségesés a NYÁK-on nem lenne elég a táp áramgenerátoros módban tartására (túl nagy a terhelés ellenállása a kábelekkel együtt), így sokan feltekerik a tápegységet, mivel a kábelben úgyis esik 0.8 V, adjunk rá 0.8 V-tal többet. Azt leszámítva, hogy a zárlat esetleges megszűnése esetén, például kiégő MLC kondenzátor esetén megugrik a feszültség csak egyike a problémáknak, sok olcsó labortápon nincs kimenet be ki kapcsoló, így a vezetékek utólagos csatlakoztatása esetén, ha a labortápegység rossz tranziens viselkedésű, jó nagy feszültségtűskét kaphat az áramkör. Tehát használjunk nagy keresztmetszetű és rövid vezetékeket, jó minőségű banándugókat vagy akár a banáanalízis csavaros kábelrögzítő részét és a terhelés oldalon forrasszuk be a vezetékeket.

Az áramkorlátot jellemzően 2 A köré állítjuk, majd lassan emeljük.

Ennek oka, hogy a zárlat okát melegedéssel szeretnénk megtalálni, amennyiben túl nagy áramot hajtunk át egy zárlatos IC-n és szakadásba megy, nem lesz egyszerű megtalálni. Hasonlóan szakadásba égett zárlatos MLC kondenzátoroknál is, néha nyom nélkül égnék szakadásba, majd pár napon vagy héten belül újra zárlatba mennek.

Ne felejtsük el, hogy a betáplálási ponton mérhető feszültség és az áramgenerátor áramának szorzata adja a kártya által disszipált teljesítményt, így például 40 mV 8 A esetén ne várjunk könnyen érzékelhető melegedést semerre. Míg ha a betáplálási ponton 450 mV mérhető és az áram 6 A, nem feltétlenül szükséges és praktikus tovább emelni az áramkorlátot, mivel 2.7 W teljesítmény amennyiben egy ponton fűtődik el, könnyen detektálható párolgó alkohollal, a panelra lecsapatott kolofónium/gyantaköd eltűnésével is. Amennyiben sejtjük, hogy merre van a zárlat, csak bizonyítani akarjuk például a GPU zárlatát, mivel az 1.8 V-os ágon mérünk alacsony ellenállást, akár 0.5 W vagy kevesebb teljesítmény esetén is megtalálható a zárlat hőkamera nélkül is.

Miután az áramkörbe feszültséget injektáltunk, az alkohol párolgós vagy hőkamerás módszerrel tudjuk a zárlat okát megkeresni.

8. A belső tápok ellenőrzése és beazonosításuk

Az eddig mutatott kártyán a tápáramkörök a 24. ábrán láthatóak szerint vannak kiosztva, de ez olyasmi, amit eleinte kapcsolási rajzokból és mások által szerkesztett ábrákból lehet megismerni, majd pár kártya után már rutinból megy.

Amit érdemes észrevenni:

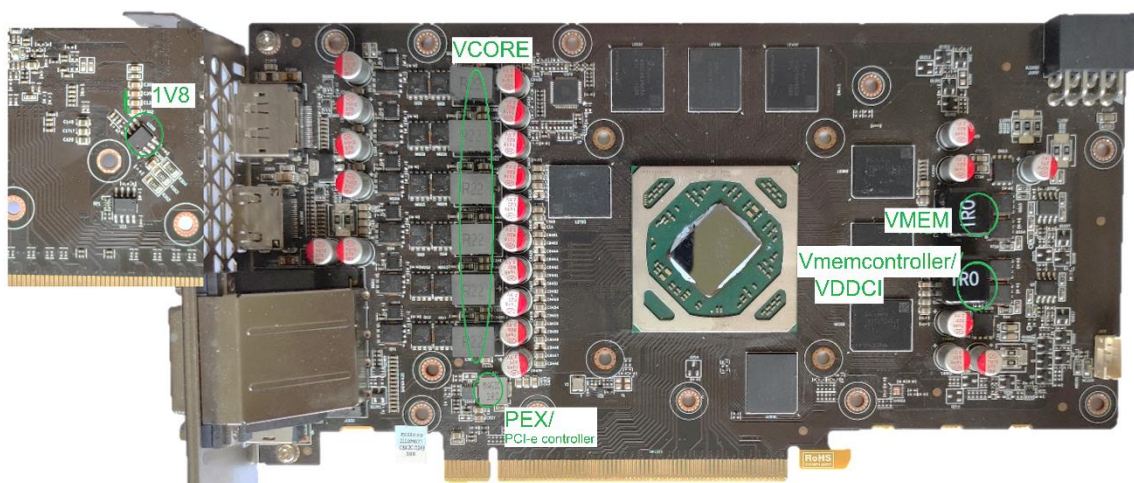
RX 400 és 500 kártyákon az 1V8 táp a kártya hátán helyezkedik el és nem kapcsolódik hozzá tekercs, a táp a 3 V-os ágról állít elő 1.8 V-ot egy disszipatív lineáris IC-vel.

A PEX táp mindig pici és a kártya alján helyezkedik el, a legtöbb NYÁK-on bal lent.

A szokásostól eltérően a VDDCI, azaz memória kontrollér táp nem a VCore-ok felett helyezkedik el, hanem jobbra. Ezt onnan is fel tudjuk ismerni, hogy jobbra két nagy táp van, illetve az összes tekercs azonos a VCore sorban és mindnek össze van kötve a kimenete.

A VDDCI és VMEM megkülönböztetése egyszerű, a RAM-ok mögötti nagy MLC kondenzátorokhoz képest kell megmérnünk a két tekercset, amelyik közel $0\ \Omega$ ellenállást mutat, az a VMEM táp.

A VDDCI egy AMD-re jellemző táp, Nvidia kártyákon a memória táp látja el a memória kontrollert is a magban tápfeszültséggel. Ennek az a hátránya is van, hogy VMEM meghibásodása esetén a GPU mag is meg tud hibásodni és legtöbbször előbb bekövetkezik, minthogy egy memória zárlatba menjen.



24. ábra AMD RX580 belső tápjai

Miután a tápok beazonosítottuk, mérjük ellenállást rajtuk, a VCore mindig nagyon alacsony ellenállású lesz (kivéve néhány laptop GPU-t és a nagyon kis teljesítményű kártyákat).

Az összes többi tápon az adott magra és VRAM típusokra jellemző ellenállásokat kell mérjük, eleinte érdemes online található eredményekkel összevetni.

8.1 A várt értékek

RX kártyáknál szobahőmérsékleten (a mért értékek hőmérséklet és műszer függőek):

$$R_{V\text{CORE}} = 0.3 \, \Omega$$

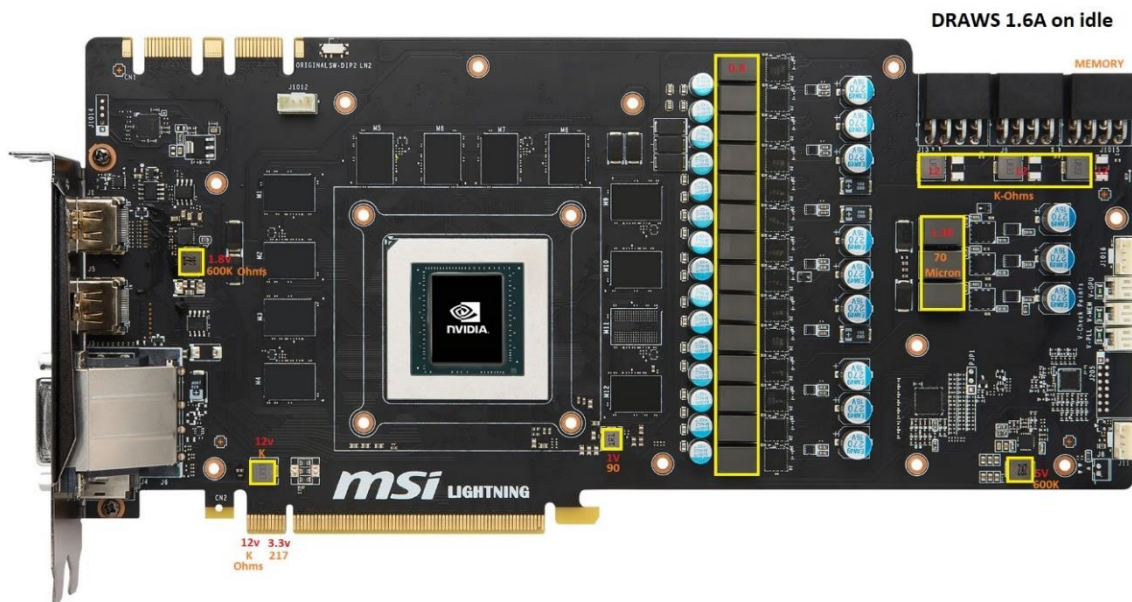
$$R_{P\text{EX}} = 13\text{-}20\text{-}35 \, \Omega, \text{ jellemzően } 18 \text{ körüli, de néha elég magas vagy alacsony}$$

$$R_{V\text{MEM}} = 30 \, \Omega \text{ hynix 8GB, más Ram típusnál különbözhet, } 20\text{-}60 \, \Omega \text{ között}$$

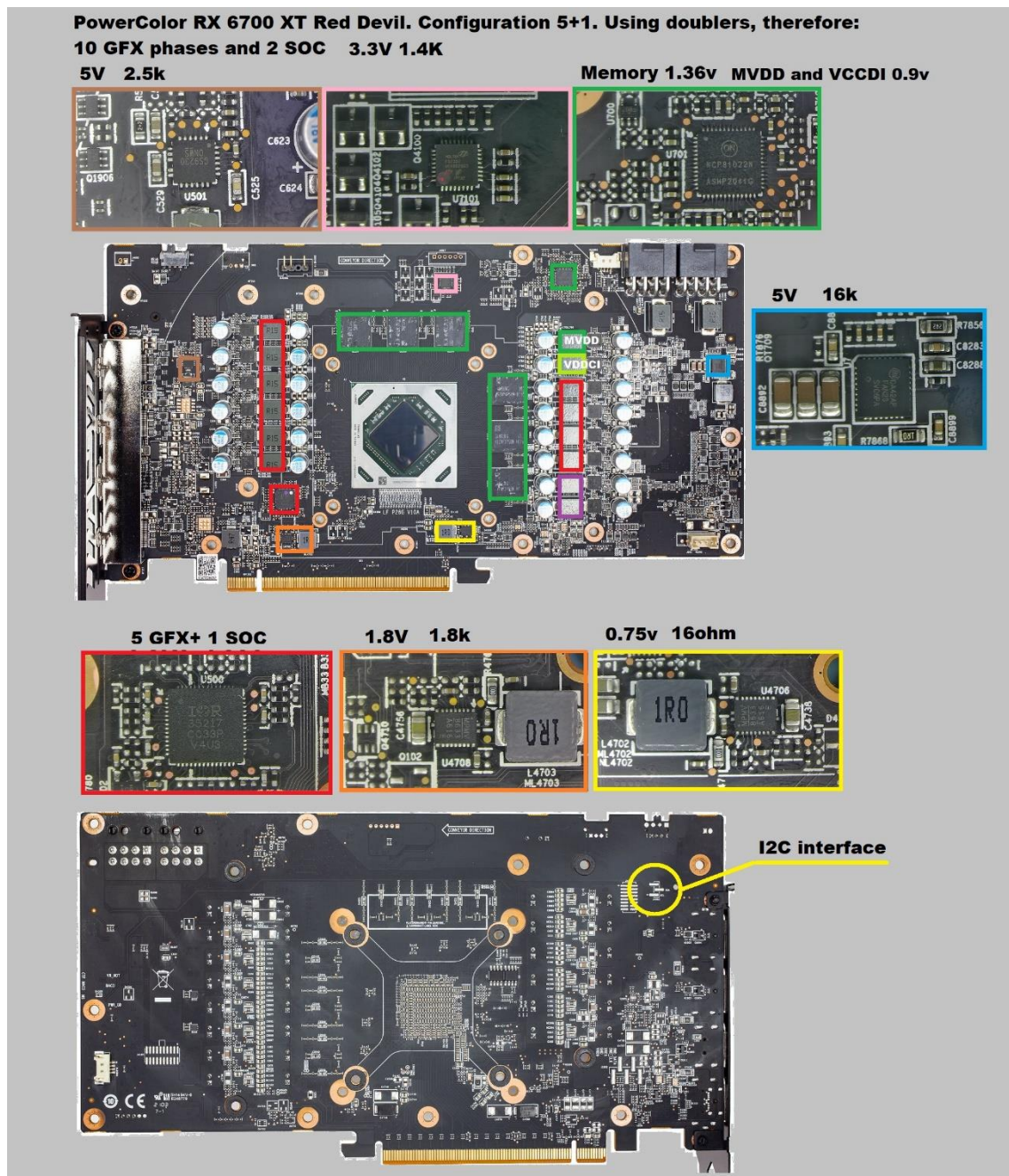
$$R_{V\text{DDCI}} = 24\text{-}30 \, \Omega$$

$$R_{1V8} = 2.5 \, \text{k}\Omega \text{ -} 3.5 \, \text{k}\Omega$$

Pár modernebb kártya táp kiosztása és ellenállásai NorthWest Repair (Tony) szakmai csoportjából:



25. ábra MSI 1080 TI Lightning, NWR mérései [10]



26. ábra PowerColor RX 6700 XT Red Devil tápjai, NWR mérései alapján [9]

A kártyák jellemző ellenállásai és tápjai az elmúlt években sokat változtak, így nincs értelme túl sokat beilleszteni ide, például az RTX 3000 szériában a VCORE két részre lett választva, VCORE vagy NVVDD illetve UNCORE vagy MSVVDD van a 3080, 3080TI és 3090 kártyákon, majd az ezt követő generációban az RTX4090 visszatért az osztatlan VCORE/NVVDD-re. AMD kártyákon is vannak új megoldások, RX6700XT-n és hasonló kártyákon a VCORE meg sem jelenik kis terhelésen, hanem az SOC nevű táp látja el a magot tápfeszültséggel, amennyiben a terhelés minimális (hasonlóan, mint az Intel integrált igpujánál).

Mivel a piacon nem található túl sok különböző termék, csupán két chipgyártó termékcsaládjára épülő, kapcsolásban sok hasonlóságot mutató áramkörök, így ezen a területen érdemes tisztában lenni a különböző chippek különböző tápágainak jellemző ellenállásával.

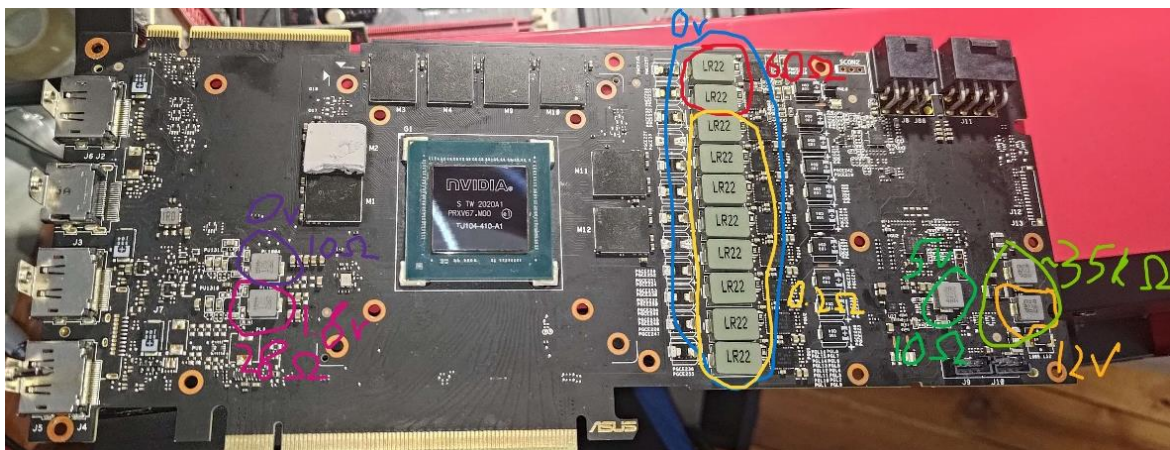
8.2 Gyakorlati példa

Az alábbi képet egy távjavítás alkalmával kaptam, egy Asus Strix 2070 Super panelja látható rajta, a tekercseken testhez képest mért ellenállásai és a tekercsek kimenetén mérhető feszültségek szerepelnek rajta.

A jelölések nem szépek, azonban minden információt tartalmaznak, ellenállást és mért feszültséget is, az első adatpár és hasonlók kimérését csak később szoktam kérni, ha minden belső tápbusz rendben van, mivel a „mérj ellenállást és feszültséget minden tekercsen a földhöz képest” utasítást sokan megértik, ha diódaméréseket meg konkrét PCI-e csatlakozó pineket is kérek, abból kavardás van mindig.

Első ránézésre nincsen zárlat rajta, mivel tudjuk, hogy a VCORE ellenállása közel $0\ \Omega$.

Azonban látszik, hogy csak az 1.8 V-os tápegység indul el, a többi nem, illetve az 5 V is jelen van. Ekkor lehetne elindulni a következő hiányzó táp alapján, azonban kis gyakorlattal feltűnhet, hogy ezeknél a kártyáknál 1.8 V-on jóval magasabb ellenállást várnánk, $2\ \text{k}\Omega$ körül, illetve az 5 V ellenállása is meglehetősen alacsony. Mivel tudjuk, hogy az 5 V-os táp hajtja meg az összes DrMOS-t, a PMIC-et és a *step down* IC-et, így feltételezhetjük, hogy az 1.8 V-os táp hiába van jelen, azzal van valami probléma és emiatt nem is ad kiment aktív/pgood jelet és emiatt nem indul a többi táp. Ezután az 1.8 V-os tápegység IC pgood kimérése majd az 1.8 V-os táp javítása a következő lépés, amelyet a tulajdonos később fog elvégezni.



27. ábra 2070S NYÁK Br Adams (Wollongong, ERS discord)

Így néz ki, amikor a kliensek küldenek javítanivalóhoz ábrát, amikor távolról segítséget kérnek hibakeresésben.

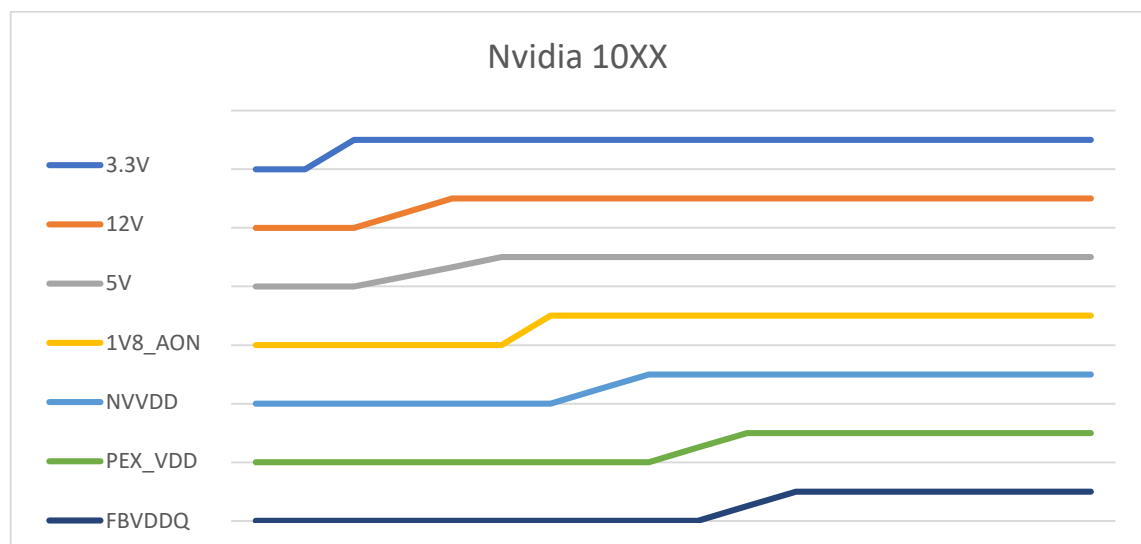
9. Bekapcsolási sorrend

A tápok nem egyszerre indulnak el a kártyán, hanem típusra jellemző sorrendben, amit a kapcsolási rajzon végig lehet követni. Power sequencing az angol neve és csak ezt használja mindenki, így a továbbiakban így fogok rá hivatkozni.

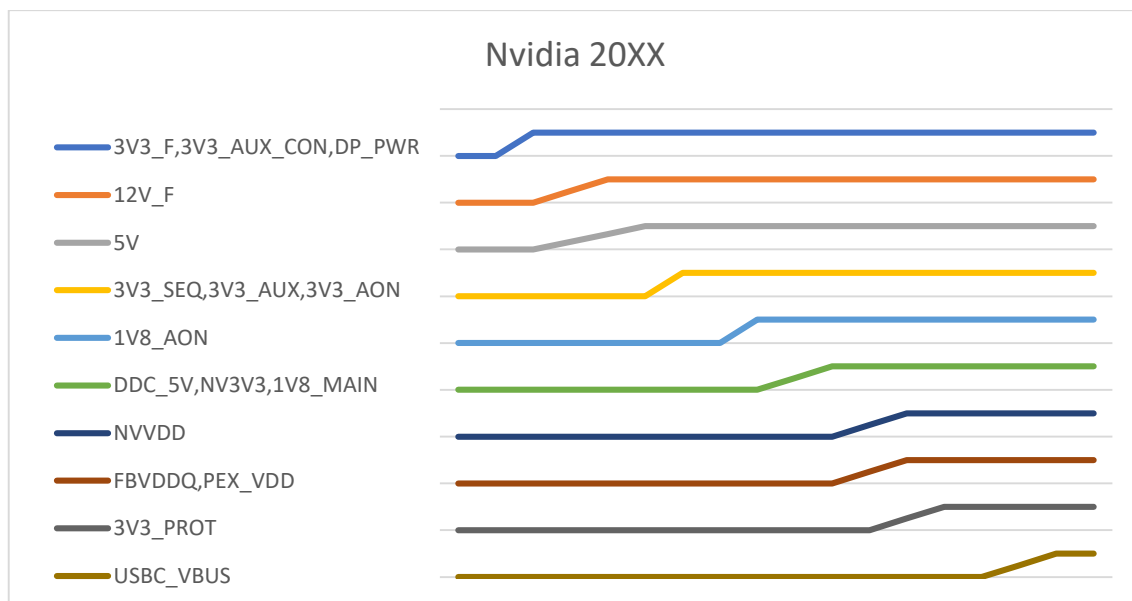
A tápok bekapcsolásának sorrendjét a kártya úgy határozza meg, hogy minden tápegységnek van egy enable/engedélyező és egy power good/PG/kimenet rendben jele. Az induláshoz szükséges egyéb feltételek teljesülése esetén az első táp megkapja az enable jelet és amint beállt a kimenete a névleges szintre, kiadja a power good jelet, ami a következő táp enable bemenetére csatlakozik. Ez végigkövethető az összes kártyán, különböző formában, de a power sequencing nem változik annyit a generációk között, így ezekhez elég egy-egy univerzális ábrát megjegyezni minden generációhoz.

Az alábbi grafikonok tartalmazzák a leggyakoribb kártyák tápjainak indulási sorrendjét.

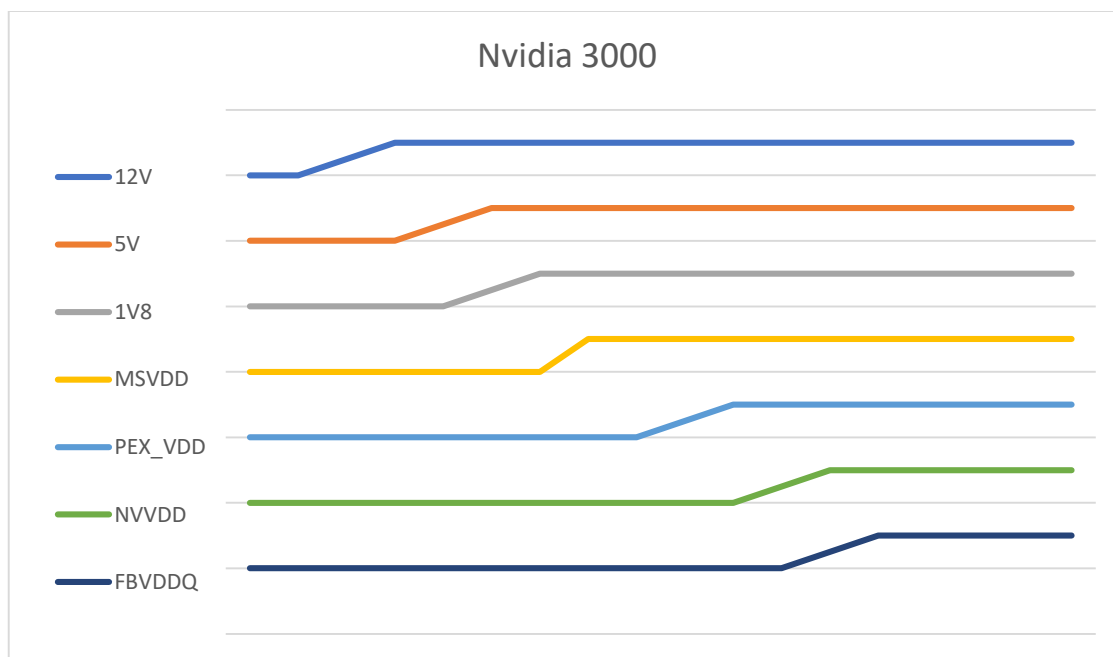
A grafikonok kapcsolási rajzok, tapasztalat és a fórumokon található, és visszakereshetetlen forrású rajzok felhasználásával készültek, az ábrázolás és átdolgozás saját, napi használatban lévő anyagok ezek. Az időtengely nem fontos, a jelek egymáshoz viszonyított sorrendje az, amit a hibakeresés során használunk.



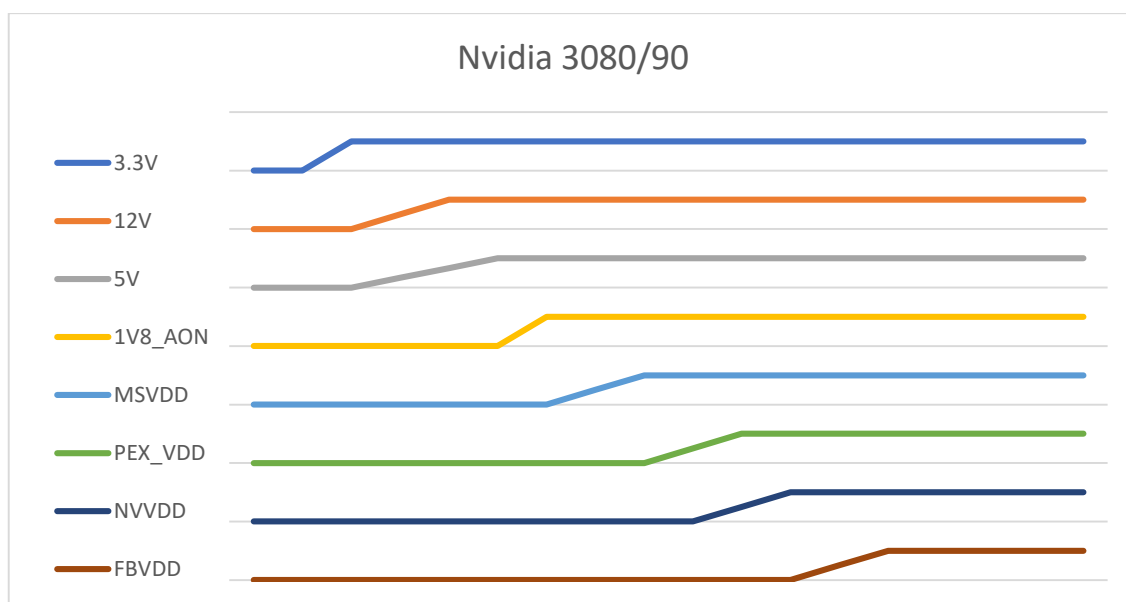
1. grafikon Nvidia GTX 1000 power sequence



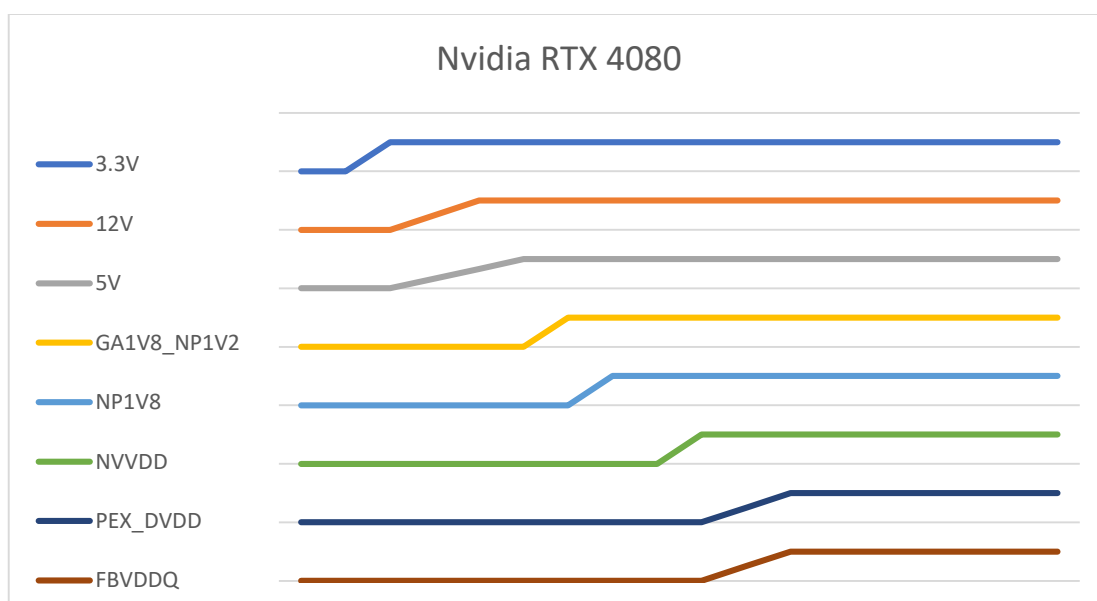
2. grafikon Nvidia RTX 2000 power sequence



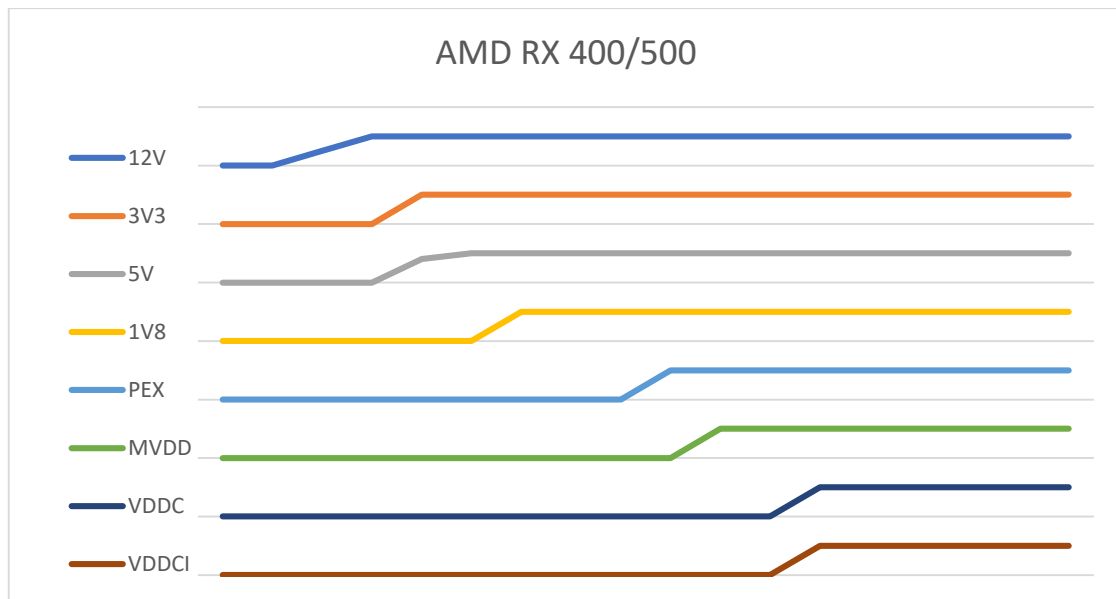
3. grafikon Nvidia RTX 3000 power sequence



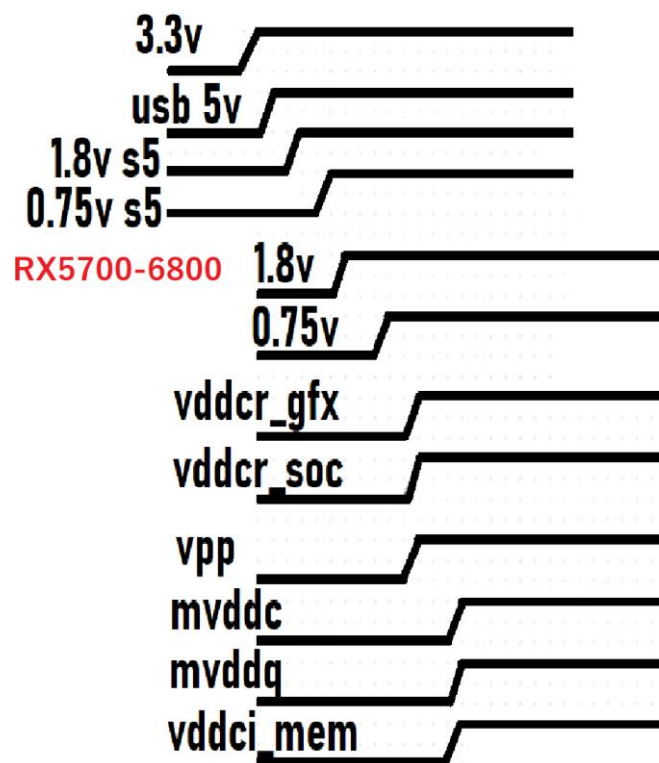
4. grafikon Nvidia RTX 3080/90 power sequence



5. grafikon Nvidia RTX 4080 power sequence



6. grafikon AMD RX400/500 power sequence



7. grafikon AMD RX5700-6800 power sequence [12]

10. Amikor egy kártyán nem indul el az összes táp

10.1 A power sequence elakadási helyének beazonosítása

Először keressük meg, „meddig jut el” a tápok indulásával, hogy megtaláljuk a következő tápot, aminek a power sequence alapján következőként indulnia kéne, de nem indul. Ekkor megnézzük, hogy kap-e enable jelet, figyelembe véve, hogy az enable jellemzően pozitív logikával működik, azonban a felhúzó ellenállás lehet külső vagy az IC-n belüli is. Ezért például ha az IC-n belül van a felhúzó ellenállás és alacsony az enable jel, akkor ellenőrizzük, hogy az IC megkapja-e a tápfeszültségeit, mielőtt a hiányzó enable jel után kutatni kezdünk.

Erre egy jó módszer, hogyha az enable 0 V-on van, akkor dióda módban ellenőrizzük, így kiderül, hogy csak nincs meg a felhúzó ellenállás, vagy valami aktívan lehúzza- ekkor a műszer sípol vagy alacsony dióda nyitófeszültséget fog jelezni.

10.2 Hiányzó enable jel

Amennyiben tényleg nem kapunk enable jelet, a következő lépés a power sequence szerinti előző táp kimenetén a power good jelet megmérni. Ez lehet pozitív és negatív logikai működésű is, kapcsolási rajzon vagy IC adatlapban mindig jelölve van.

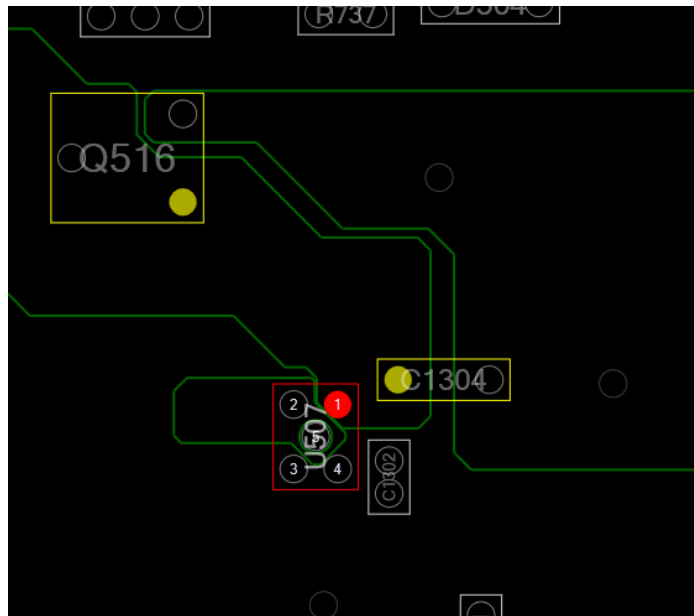
Gyakori, hogy a tápok indulása során a power good jeleket egy-egy AND kapun át vagy tranzisztor logikán át kombinálják egy másik jellel, így ha egy táp nem kap enable jelet, de az előző tápon megvan a power good jel, akkor érdemes a kettő közti logikát vizsgálni.

Gyakori ok V_{CORE}/NVVDD előtt elakadó power sequencre Nvidianál az NV3V3 táp hiánya. Ez egy apró LDO által van előállítva, ami gyakran elromlik, azonban hangyányi mérete alapján sokan észre sem veszik. Névleges ellenállás a kimenetén sok 10 k Ω és nevéből adódóan névleges feszültsége 3.3 V. Kétféle tokozásban fordul elő, a nagyobb SOT23-5 tokozásával jellemzően nincs probléma, az apró ncp114amx330tcg jelzésű az, ami mindig elromlik kimeneti zárlat esetén, és gyakran ok nélkül is. A tápok közül ennek nincs power good kimenete, így szükséges az áramkör ismerete, hogy ez húzza fel az NVVDD táp engedélyező jelét, ami elég komplikált logikai kapukon át van előállítva, így aki nem NV3V3 kimérésével kezd, sok idejébe fog telni, amíg a hiba okát beazonosítja.

Néhány design használja ezt az IC-t más apró segédtápok előállítására is, azon alkalmazásoknál is előfordul ez a meghibásodás.

10.3 Egy gyakori hibaok, NV3V3 LDO

A 28. ábrán látható ennek az LDO-nak a mérete, mellette egy SOT23 tokozású alkatrészszel, láthatóan semmi nem indokolja a pici, 300 mA-es és sérülékeny változat használatát, ez szerintem egy tervezési hiba. Az IC adatlapja szerint létezik TSOP-5 tokban is, azt lenne érdemes mindenhol használni. Jellemzően az Asus Strix kártyák a nagyobb verzióját alkalmazzák illetve egy másik nagyobb, SOT23-5 tokozású LDO-t, illetve néhány NYÁK-on mindkét alkatrész beültetésére van lehetőség.



28. ábra NV3V3 LDO-ja az MSI V375_21 Boardviewn [11]

10.4 Power sequencing vizsgálata és tápegység problémák javításának bemutatása egy példán át, munkanaplószerűen

Asus dual RTX2080 super javítása

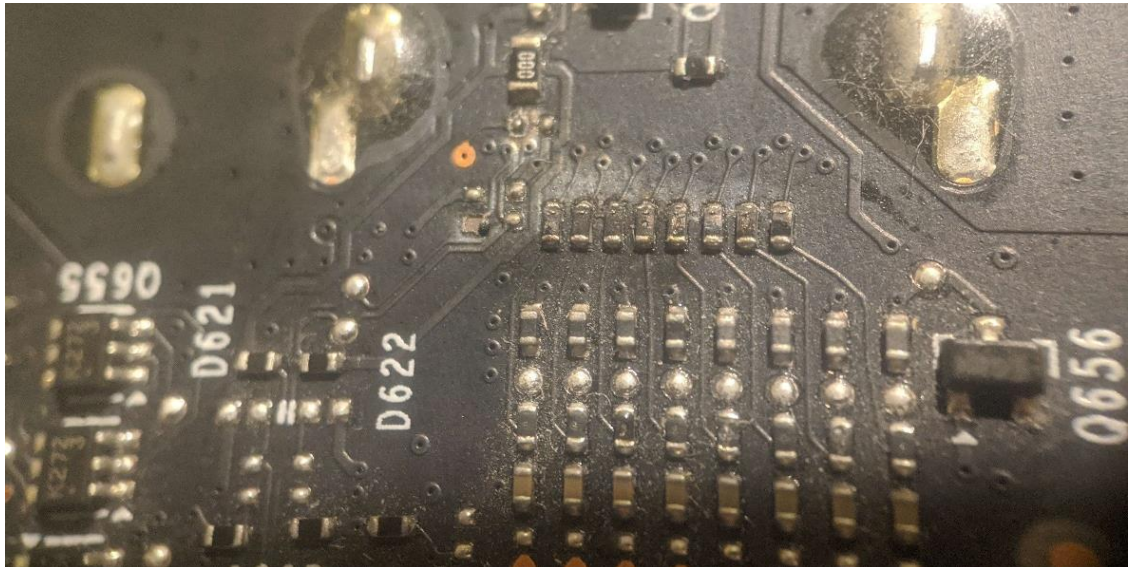
A kártya nem működőként lett vásárolva ebayről, szétszedést követően a fő tápkörök mérése során az 1V8_AON zárlata derült ki először.

Feszültséginjektálás hatására a zárlat a GPU magban kezdett melegedni, így a kártya maghibásként félre lett rakva.

Általában ilyen mértékben halmozottan hibás kártyákat nem érdemes javítani, nem is lenne gazdaságos, azonban minden alkatrész rendelkezésre állt és lett egy fölösleges RTX2080S magom, így megjavítottam.

Amikor érkezett egy magdonor kártya, a magok (a hibás kártyáról a rossz és a donorról a jó) lebontása elkezdődött. Ekkor kiderült, hogy a kártya hátán a HDMI port

ellenállásai el vannak színeződve és egy adatvonalon egy padon a réz gömbbe van olvadva, ez alapján a kártya valószínűleg túlfeszültséget kapott a HDMI port felől. A következő ábrán látszik a felső ellenállássor elszíneződése, köztük fémgőz kicsapódás és a sor ellenállástól balra az elpárolgott vezetősáv is.



29. ábra Túlfeszültség káros HDMI csatlakozó környezete

I2CW_SDA_R_Q és I2CW_SCL_R_Q a mag fele névlegestől messze kisebb ellenállást mutattak, illetve Q650 nem volt beültetve, így Q647 ment zárlatba. Tehát a magban a HDMI-hez tartozó I2C vonalak is zárlatba mentek.

A mag levétele után az 5 V ágon $1\ \Omega$ mérhető, ez az 5V_DDC ágon is azonos, így U624 eltávolításra került, az új ellenállás $4\ \Omega$, az 5-6 k Ω helyett.

A kártyát indítva 5 V jelen, 1V8 hiányzik, az enable jelen van Vin és Vcc is, így 1V8 IC (GS9216) ki lett cserélve.

Ezután 1V8 jelen és a pgood is. VCORE nincs, így enablet ellenőriztem Q32-n, nem kapja meg.

Tapasztalatból a monitor IC és NV3V3 a gyanús, NV3V3 kimenete zárlatos. Ez egy kicsi LDO, amit fő ellenőrzésnél sokszor nem mérünk, de hiánya mindig kiderül, mert VCORE elindulásához szükség van rá. Jellemzően logikai áramköröket, display adatvonal logikákat és a magban az USB-C részeit táplálja.

Q636 közvetlenül a HDMI-n van, így azzal kezdem, levéve a zárlat megszűnik, de 3-4 k Ω az ellenállás, ami kártya függően lehet jó, vagy alacsony is ezen a tápegységen.

NV3V3 2.39 V csak. A chip ismert arról, hogy kimeneti zárlattól sérül, ha a mag nem lett volna leszedve, rá sem indítottam volna, de így már nem tud további károkat okozni úgysem, az NCP114AMX330 ki lett cserélve.

NV3V3 jelen, ellenállása 200 kΩ feletti, ami jónak számít, VCORE enable még mindig nincs, így más oka is van a hiányának.

Q31 5-ös lábán 2.54 V van, mégsem nyit, így esélyes az a rossz. Csere után 3-as lábon már 0 V van, a kimeneti 6-os láb mégis 0 V. Egyik felhúzó ellenállás sincs beültetve.

A PMIC egy up9512P (nem R), az adatlapja szerint nem kell felhúzó ellenállás neki, mivel a PMIC belső felhúzó ellenállással rendelkezik az enable bemeneten.

36	EN	Enable. Connect a 10kΩ resistor from this pin to ground to enable the PWM strap function and place this resistor close to the controller. To disable PWM strap function, use 24kΩ instead. Do NOT use resistance values other than the value specified here. Do NOT connect any capacitor directly to this pin. Refer to the typical application circuit, it is recommended to use a MOSFET with its drain connected to EN pin without a pull-up resistor for power sequence control. Do NOT connect EN pin directly to a voltage source for sequence control.
----	----	--

30. ábra UP9512P adatlap részlet [13]

Ez alapján a PMIC-nak kéne kiadnia a feszültséget. Tovább nézve a PMIC táplába a 12-es, ezen nincs meg az 5 V és a beültetett R283 szakadt, a PMIC zárlatos. Azért van szükség az adatlapra, mivel az elérhető hasonló kapcsolási rajzon az alkatrészlábak nincsenek egyértelműen feliratozva.

		uP9512
Functional Pin Description		
No.	Name	Pin Function
12	5VCC	Supply Input for the IC. Connect this pin to a 5V voltage source with RC filter. Connect this pin to a 5V supply and decouple with a ceramic capacitor of 1uF minimum.
13	CSP8	CSP8. Connect this pin to the current monitor output of DrMOS to sense phase8 output current. Keep the maximum differential voltage between CSP8 to REFOUT lower than 400mV.

31. ábra UP9512P adatlap részlet 2 [13]

A PMIC és az ellenállás cseréje után a VCORE megjelenik, az összes fázis üzemel.

PEX a következő tápfeszültség, de nem jelenik meg, enable 1.2 V, ami egy köztes érték, de nem 0, a PEX IC VCC-je viszont 5 V helyett 0.5 V, szóval a PEX IC is hibás.

Csere után PEX van, pgood is 3 V.

A következő tápfeszültség a VMEM, U29 állítaná elő. Ezen az 5 V ellenállása nem szakadt, de bekapcsoláskor nincs enable és az 5 V közel 0 V az előtét ellenállás IC felőli oldalán. Ezek a 2.2 Ω -os előtét ellenállások tökéletesek arra, hogy ilyen zárlatoknál ki lehessen mérni, min esik a feszültség, illetve a hibás alkatrész nem húzza le az egész 5 V-os tápot, ami megnehezítené a hibakeresést. U29 is ki lett cserélve.

Még mindig nincs VMEM, enable megvan és az 5 V is, de tapasztalat alapján mivel zárlat volt az IC-n és az 5 V 2.2 Ω -os 0402 ellenálláson át kap tápot, megmérve látszik a 2.2 Ω meg van nyúlva, 11 Ω -os, cserélni kell.

PEX és 1V8 tápján a 2.2 Ω -ok le lettek cserélve azonos okból. R1301 és R1296.

Mivel a VMEM PMIC már jó, de még mindig nem megy, így U26-ot mértem, ami a DrMOS-ok enablejét állítja elő, az AND kapu mindkét bemenetén high szint van, 5 V táp megvan, de a kimenete 0.08 V.

U26 cseréje után már van VMEM is.

A PEX discharge aktív lesz kikapcsolás után és lehúzza a PEX railt, ami megfelelő működésnek számít, de bezavar a mérésébe.

Mivel minden tápegység megfelelően működik, a mag felhelyezésre került és a kártya képet adott, majd minden diagnosztikán megfelelően teljesített.

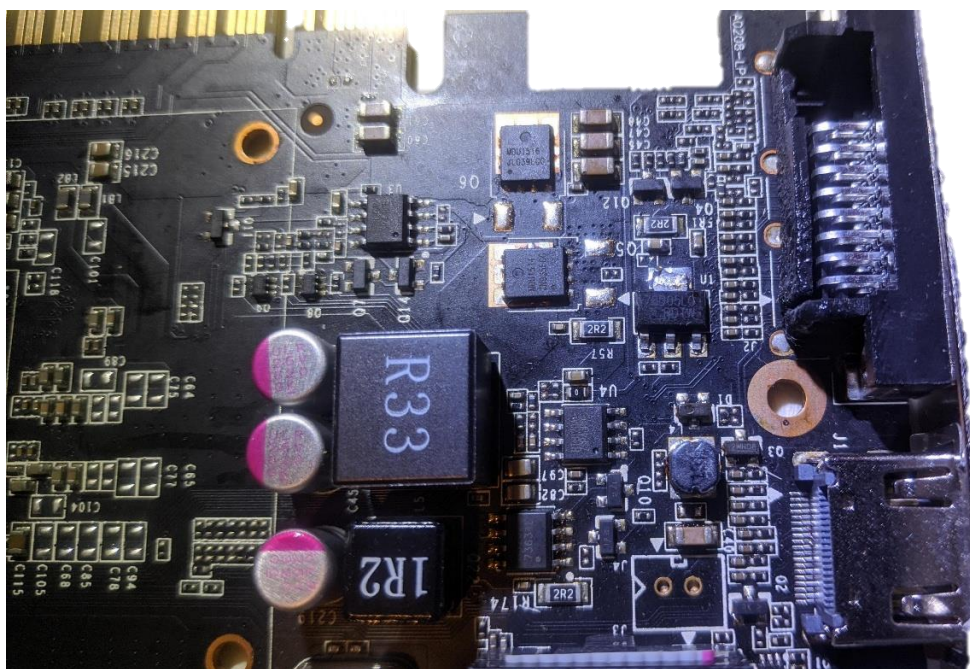
10.5 Gyakorlati példa a szakszerűtlen „javítás” következményeire, IC-k helyettesítése

Egy másik eset, annak szemléltetésére, hogy hozzá nem értéssel milyen károkat lehet okozni, illetve az LDO-kal kapcsolatos hibák javítása

A javítandó darab egy MSI GT710 kártya, eredeti hibája nem ismert, de akinél járt, a logikai áramköröket 5 V tápfeszültséggel ellátó disszipatív/lineáris stabilizátor IC-t kicserélte (mindeközben a DVI D csatlakozó állapota arra utal, hogy bőven 350°C felett forrasztott, amit az IC adatlapja nem is engedne.

Orderable Device	Status (1)	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan (2)	Lead finish/ Ball material (6)	MSL Peak Temp (3)	Op Temp (°C)
TLV1117-25CKVURG3	ACTIVE	TO-252	KVU	3	2500	RoHS & Green	SN	Level-3-260C-168 HR	0 to 125
TLV1117-25IDCY	ACTIVE	SOT-223	DCY	4	80	RoHS & Green	SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125
TLV1117-25IDCYR	ACTIVE	SOT-223	DCY	4	2500	RoHS & Green	SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125
TLV1117-25IDRJR	ACTIVE	SON	DRJ	8	3000	RoHS & Green	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125
TLV1117-33CDCY	ACTIVE	SOT-223	DCY	4	80	RoHS & Green	SN	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 125
TLV1117-33CDCYRG3	ACTIVE	SOT-223	DCY	4	80	RoHS & Green	SN	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 125
TLV1117-33CDCYR	ACTIVE	SOT-223	DCY	4	2500	RoHS & Green	SN	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 125
TLV1117-33CDCYRG3	ACTIVE	SOT-223	DCY	4	2500	RoHS & Green	SN	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 125
TLV1117-33CDRJR	ACTIVE	SON	DRJ	8	1000	RoHS & Green	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 125

32. ábra TI 1117 IC-k maximális forrasztási hőmérséklete [14]

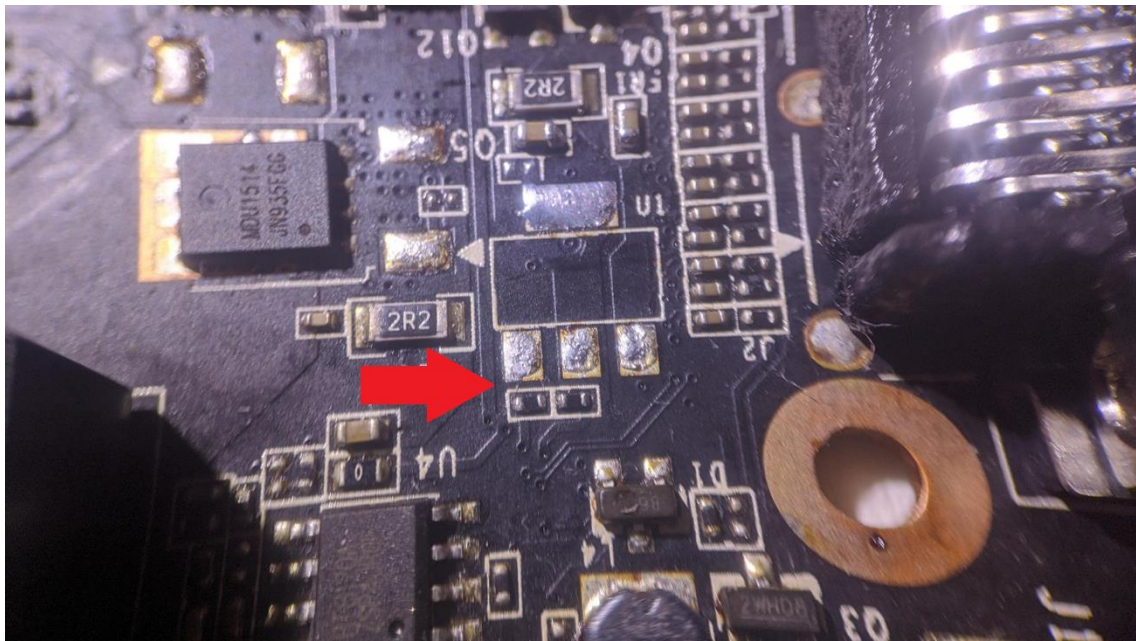


33. ábra GT710 olvadt DVI csatlakozó és 7805 (jobb közén)

A szemmel látható szakszerűtlen forrasztás miatt az IC ki és bemenetén is ellenállást mértem ellenőrzés céljából a feszültség alatti teszt előtt. Nem volt 100 Ω alatti, így megfelelőnek minősíthető lenne, azonban mégsem volt az. Jelen állapotban a kártya a riserbe rakva a riser tápellátását forralta a 12 V és 3 V-os ágon. A stabilizátor kocka kimenetén pedig 6.8 V mérhető, így áramtalanítás után az IC cseréje mellett döntöttem. Leszedés után láthatóan a 2. láb nem GND-n volt és az 1. láb egy feszültségosztóra ment a test és a 2. láb között, így ugyan több képen valóban 7805-ös IC-vel szerelt kártyákat lehet látni, megállapítottam, hogy itt a szabályozható kimenetű AMS1117

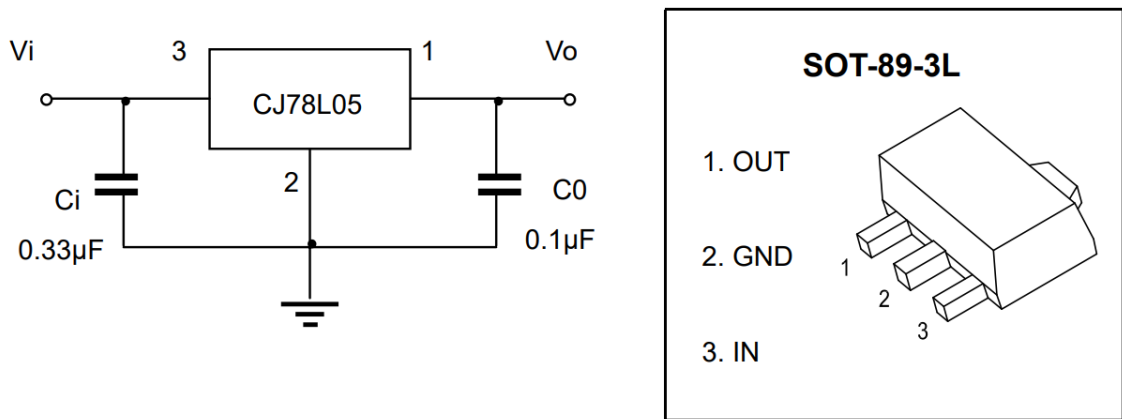
ADJ IC hiányzik és tévesen került beültetésre a másik, 7805-ös LDO. A donorról bontott 1117SA LDO-val már megszűnt a riser túlterhelése és a kimeneten 5.1 V mérhető, ami elfogadható.

A képen nem egy BCDsemi gyártású IC, azt az adatlapot azért hoztam példának, mivel a 1117SA még sokak számára értelmezhető, azonban a GH15B GH15E és hasonló jelöléseket senki nem ismeri fel ránézésre és sok gyártó alkalmaz másolatokat, amelyeknek a jelölése eltér a megszokottól.

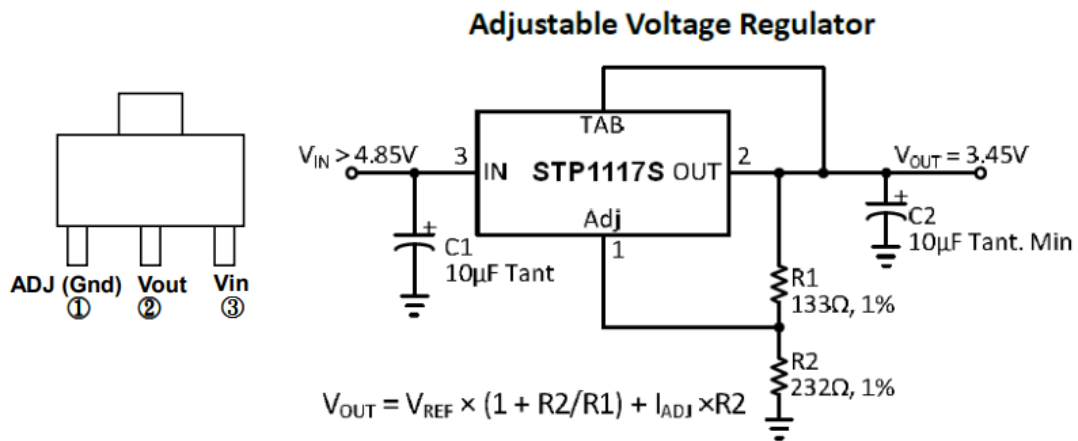


34. ábra A képen látható, hogy az 1-es lábhoz feszültségosztó megy

A donorpanelek fontosságát kiemelném, a nem javítható kártyákat érdemes korrekt áron megvenni, ugyanis jóval rövidebb az átfutási idő, ha nem kell alkatrészeket rendelni. Nem csak LDO esetén, az beszerezhető hazai áruházakból is, de elég gyakoriak olyan PMIC-k, amelyek kiskereskedelmi forgalomban nem kaphatóak, illetve a Monolithic Power néha gyárt adatlap nélküli IC-eket, amelyekhez még Kínából is nehéz forrást találni.



35. ábra 78L05 lábkiosztása [15]



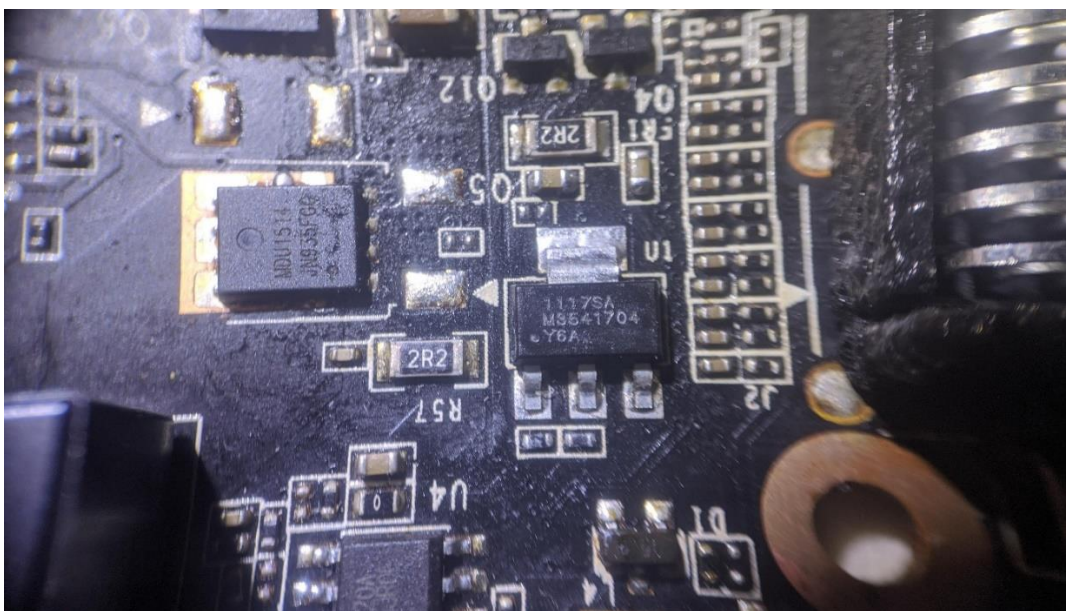
36. ábra 1117 ADJ lábkiosztás és kimenő feszültség képlet [16]

Ezeknek az LDO-knak a felcserélése kezdők körében elég gyakori, ennél gyakoribb azért, hogy nem ADJ, mint adjustable, hanem fix 3.3 V vagy fix 5 V feszültségre tervezett 1117 LDO-t ültetnek be, amely ettől nagyon melegedni fog és a szükségesnél sokkal nagyobb feszültséget ad ki, ezzel károsítva a többi IC-t az 5 V-os ágon.

A hasonló jelölések is szoktak problémát okozni, mivel több gyártó is a megszokott kimenő feszültségre végződő típusjelölés helyett az utolsó karakterrel jelzi a feszültséget és régebbi kártyákon 5 V 3.3 V és 1.8 V illetve állítható feszültségű IC-k is megtalálhatóak, így ha a tapasztalatlan szerelő adatlapok kikeresése nélkül, érzésre cserél alkatrészeket, akkor nagy eséllyel nem a megfelelő kerül a NYÁK-ra.

Package	Temperature Range	Part Number	Marking ID	Packing Type
SOT-223		AZ1117CH-ADJTRG1	GH15B	Tape & Reel
		AZ1117CH-1.2TRG1	GH16B	Tape & Reel
		AZ1117CH-1.5TRG1	GH15C	Tape & Reel
		AZ1117CH-1.8TRG1	GH16C	Tape & Reel
		AZ1117CH-2.5TRG1	GH15D	Tape & Reel
		AZ1117CH-3.3TRG1	GH16D	Tape & Reel
		AZ1117CH-5.0TRG1	GH15E	Tape & Reel

37. ábra Különböző 1117 IC-k jelölése a BCDsemi kínálatában



38. ábra A megfelelő IC beültetve

A csere után még egy IC-t ki kellett cserélni, illetve az egyik RAM-ot újra kellett golyózní, ez után a kártya működik.

Az LDO-król fontos megjegyezni azt, hogy a kimenetükön lévő zárlatot vagy túlfeszültséget nem viselik jól, hiába van bennük védelem, egy 800 mA-es LDO rövidre zárása esetén az IC megsérülhet. Amíg az eredetileg meghibásodott alkatrész a helyén van, addig a kimeneten lévő zárlat miatt minden rendben van, a kimenet megközelítőleg 0 V. Amint a zárlatos alkatrészt eltávolítjuk vagy lecseréljük, megszűnik a zárlat, ami a kimenetet korlátozza és az eredetileg 5 V-os IC kimenete megfut, ha a zárlattól károsodott. Sapphire RX kártyáknál, amelyeknél a típushiba a VCORE tápok egyik fázisának zárlatba menése. Néha előfordult, hogy az LDO is megsérült, illetve egy esetben az 5 V-os ágon lévő összes IC is meghibásodott, amelyek cseréje nem kevés munkával járt.

11. „Please power down and connect the PCIe power cable(s) for this graphics card” hiba



39. ábra POST után megjelenő hibaüzenet

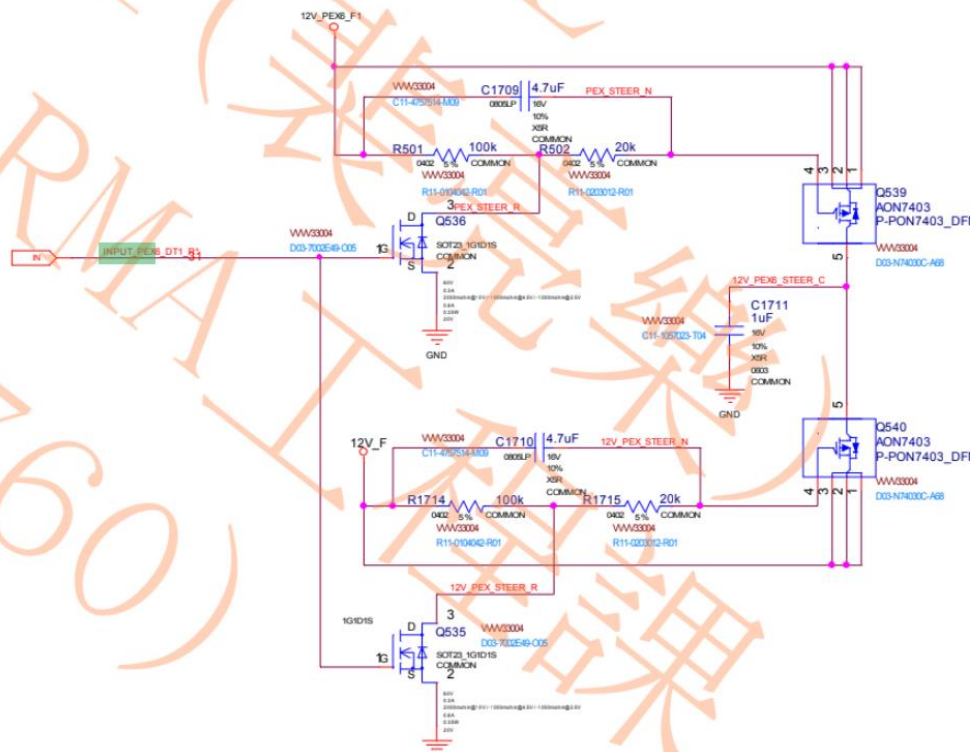
A hibaüzenet a 39. ábrán látható, a hardveres oka pedig a tápkábel sense lábait érzékelő áramkör hibája. Pontosabban a sense pin csak egy sima GND pin, a 6 pinesnél 1db, a 8 pinesnél 2 db található minden csatlakozóban és a kártya úgy detektálja a csatlakozót, hogy ezekre a pinekre egy-egy FET vagy NPN tranzisztor van kötve, amelyeknek a bázisa magasra van húzva és a bázisukat a csatlakozó testre húzza. A hiba jellemzően mindig a pinhez közvetlenül csatlakozó, vagy azutáni FET meghibásodása. Az áramkör a legtöbb kártyán nagyon hasonlóan van kialakítva és néha a leggyorsabb módszer a 4-5 lehetséges alkatrész végigcserélése, mivel párhuzamos Drain és Source-ú FET-eknél nehéz megmondani, melyik szivárog.

11.1 Detect láb használata current steering FET kapcsolására, így működik a hibaüzenet

Például az MSI V330_21 NYÁK-os GTX 1070-jén a INPUT_PEX6_DT1* közvetlenül a csatlakozóról érkező jel, a rajzrészleten kívül fel van húzva 3.3 V-ra, majd egy-egy meghajtó FET-en át a két current steering FET-et nyitja ki, ha a jel nincs testre húzva, azaz a csatlakozó bedugva. Így a 12V_F és a 12V_PEX8_F1 fő 12 V-os buszok összekötésre kerülnek, vagyis a külső tápcsatlakozó helyett a pci-e élcsatlakozó táplál minden áramkört. Emellé természetesen az INA chip felé behúzza a low power mode jelet és a megfelelő GPIO lábon át a GPU-t is tájékoztatja, hogy a kártya csökkentett módban indul.

PEX Input - 12V Current Steering FETs

12V_PEX6_F1



40. ábra V330_21 MSI 1070 current steering

12. Riser, fordított riseres hiba

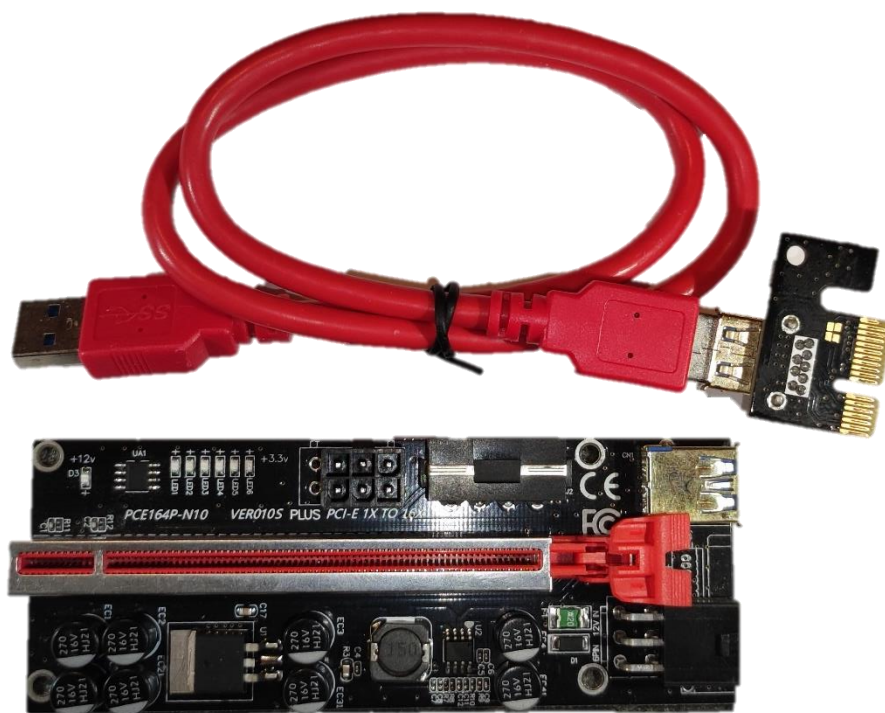
Riser alatt ezen a területen azt a kábelt nevezzük, amely segítségével a PCI-e kártyákat távolabb lehet helyezni az alaplapi csatlakozótól.

Ez irodai vagy gamer gép esetén jellemzően csak egy lapos, megfelelően árnyékolott szalagkábel csatlakozókkal, amely meghosszabbítja és tetszőleges irányba hajthatóvá teszi a PCI-e buszt. Ezek nem okozzák a hardverek károsodását, azonban a kábel megtörése, megszakadása vagy nem megfelelő minősége esetén, például PCI-e gen4 sebességen használt PCI-e gen3 riser használatánál különböző hibákat tapasztalhatunk. Például kékhaláltól kezdve alacsony órajelen ragadás, alacsony PCI-e busz sebességen ragadás, artifactelés, driver telepítés után fekete képernyő és hasonlók is előfordulnak. Riseres gép esetén ajánlott a kártyát anélkül, vagy egy másik tesztpadban ellenőrizni. Ezek a riserek felelőssel a PCI-e élcsatlakozón át maximum 75 W-tal ellátni a kártyát a 12 V-os és a 3 V-os ágon át, így kis keresztmetszetű kábeleket alkalmazó termékeknél előfordulhat terhelés hatására feszültségesés és ehhez köthető hibajelenségek.

12.1 Riser használata javítshoz

Azonban a javításhoz nincs szükség nagy sebességű adatátvitelre, így korlátozott sávszélességű, X16 helyett X1 risert is használhatunk, amely sokkal hajlékonyabb és kényelmesebb használni, illetve előnye még az is hogy saját tápcsatlakozóval rendelkezik. Ha nem túlságosan régi, sata csatlakozós darabot veszünk, akkor a 3 V-os tápfeszültséget is a riser paneljén lévő dc-dc konverter és LDO állítja elő, így zárlat esetén kisebb eséllyel ég meg a kártya vagy a csatlakozó. Szintúgy a 12 V-os tápágon is tartalmaz egy biztosítékot, ami praktikus, mivel a PCI-e szabvány maximálisan 75 W teljesítményfelvételt engedélyez a PCI-e élcsatlakozón át, így egy jól méretezett 8 A-es biztosíték ugyan nem fog védeni a félvezető zárlat ellen, de megakadályozza a NYÁK és a csatlakozó megégését utána.

Személy szerint a ver 9 S plus és ver 10 S plus risereket használom, mivel a rögzítő pöcök rajtuk a gyorsan kioldható típus, a slot fémmel megerősített, normálisan kialakított a 3 V-os tápkör rajtuk, illetve tartalmaznak 12 V és 3 V visszajelző LED-et is, így ha egy aktív zárlat lehúzná a 3 V-os tápot, előbb fel fog tűnni, minthogy az LDO kiforrasztja magát.



41. ábra PCI-e X1 bányász riser

A 41. ábrán látható az egyik legjobb kivitel, használatához csak az USB aljzatba kell a kábelt csatlakoztatni és a NYÁK-on található három tápcsatlakozó egyikét a

tápegységre kötni. A NYÁK-on jobb lent látható a kapcsolóüzemű steep down konverter és bal lent a 3.3 V-ot előállító BM1084-33 típusú 5 A-es LDO. Ennek melegedése normális, azonban ha bekapcsolás után hirtelen felmelegszik, a vizsgált kártyán valószínűleg a 3 V-os tápbusz több áramot vesz fel, mint kellene, a tápegységet állítsuk le és vizsgáljuk ki a hibát.

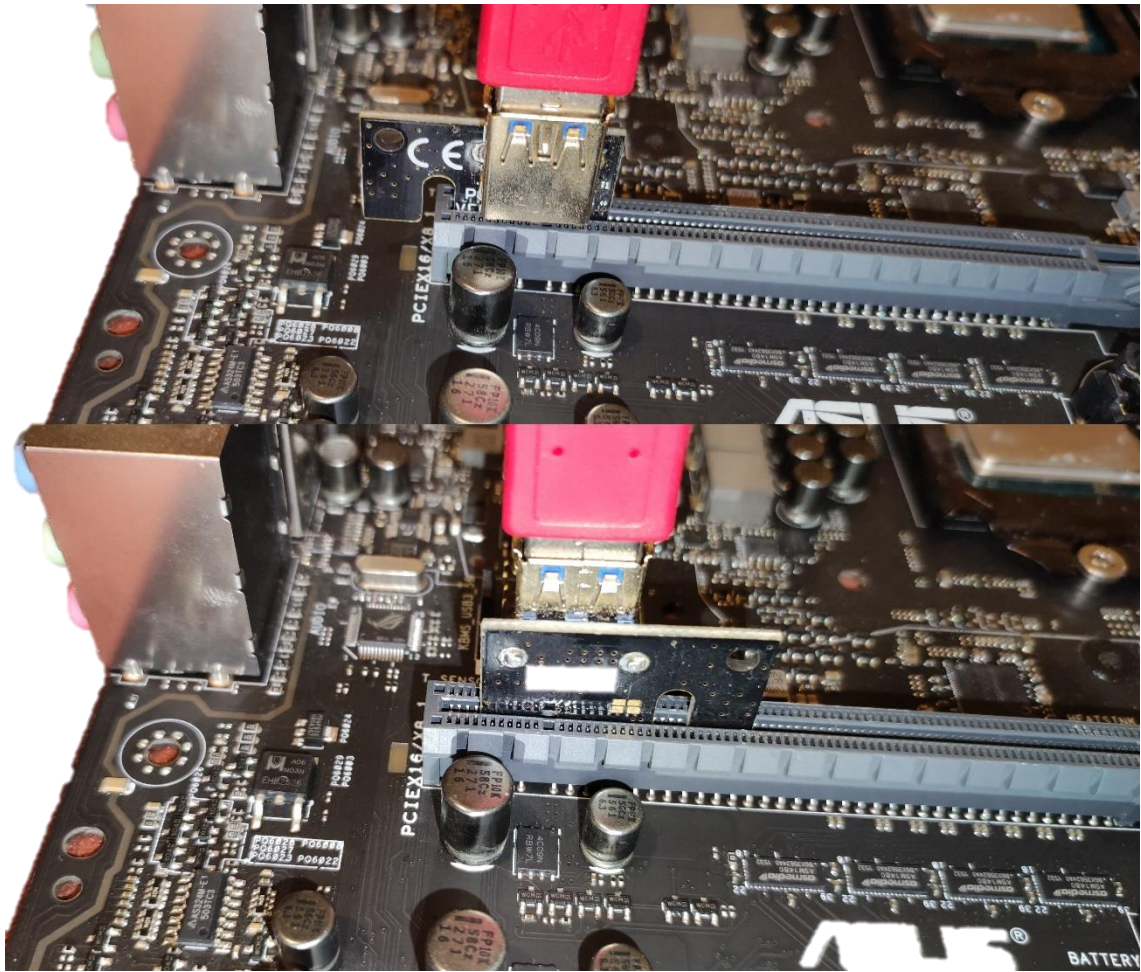
A riserrel lényegesen könnyebb a kártyákon feszültség alatti méréseket végezni, korlátozottan zárlatvédtett a tápegység rajta illetve kizárható vele a további 15 adatpár hibája, így például 15 levert PCI-e csatoló kondenzátor esetén elég az első adatpár helyreállítani. Ha az az egy adatpáron át tesztelés során a kártyáról kiderül menthetetlen, időt spóroltunk meg azzal, hogy nem kellett 0402 méretű kondenzátorok számára padokat kialakítani, illetve rondán kinéző, fizikai sérült, folyadékkáros kondenzátorok esetén elegendő az első kettőt kicserélni, hogy szoftveres tesztek futtathassunk.

12.2 Fordított riser hiba

12.2.1 Fordított riseres hiba oka

A hiba oka mindig felhasználói hiba. A PCI-e X1 csatlakozót az alaplap oldalán fordítva is be lehet dugni a fizikai méretei miatt. Ekkor sok olyan kapcsolat jön létre, ami problémákat okoz.

A 41. ábrán látható a megoldás, amely segítségével az USB kábel PCI-e slotba csatlakoztatható NYÁK élcsatlakozóvá alakul. Ezen látható egy vágás, amely a csatlakozóaljzatban lévő műanyag laphoz illeszkedik. Amennyiben X1 csatlakozót használnak az alaplapon, csak egy módon lehetséges bedugni a kábelt, azonban X4 X8 vagy X16 aljzat esetén sajnos lehetséges a csatlakozót 180 fokkal elforgatva csatlakoztatni, mint ahogy az a 42. ábra alsó felén is látható.



42. ábra Helyes és fordított riser csatlakozó

Véleményem szerint ez kettős tervezési hiba:

Minden más kártyán a NYÁK kinyúló része a csatlakozó vége felé néz és rögzítésre szolgál. Ezen a NYÁK-on a pöcök elől van.

A NYÁK-ra lehetőség lenne egy további nyúlványt rakni, amely megakadályozná a fordított bedugást, azonban közel kétszeresére növelné a méretet, így panelizálásnál több anyagot használnának fel.

Mivel ezen csatlakozók igen nagy részét gépházon belül vagy összevissza kábelek között dugják be, szükség lenne egy olyan kialakításra, ami meggátolja a helytelen csatlakoztatást, mivel minden egyes fordított csatlakozó párszázezer és 1 millió forint közötti kárt tud okozni.

A megoldás egy pontosan ugyanolyan nyúlvány lenne, mint ami a panelen most is van, csak a másik oldalon. Helyes bedugás esetén a vágat illeszkedne a csatlakozó széleihez, fordított bedugás kísérlete esetén az aszimmetrikus csatlakozó peremén fennakadna a nyúlvány alja.

12.2.2 A hiba a gyakorlatban

A létrejövő kapcsolatokat legegyszerűbben két táblázatban lehet megmutatni. Az első oszlop a videokártya csatlakozója és a második oszlop tartalmazza azokat a jeleket, amelyek a kártyára fognak jutni fordítva bedugott riser esetén az alaplapon felől.

A színessel kiemelt mezők felelősek a maghibákért

első oldal (kártya)	hátsó oldal fordítva (alaplapon)	következmény a videokártyára nézve	
12 V	-	nem csatlakozik, nincs pin az aljzatban	
12 V	-	nem csatlakozik, nincs pin az aljzatban	
12 V	-	nem csatlakozik, nincs pin az aljzatban	
GND	-	nem csatlakozik, nincs pin az aljzatban	
SMCLK	GND	kártyán SMBUS órajelet testre húzza, nem gond	
SMDAT	PEX_TX0n	alaplapon RX0n, CPU-ba megy közvetlenül, nem gond	1,
GND	PEX_TX0p	alaplapon RX0p, CPU-ba megy közvetlenül, nem gond	1,
3.3 V	GND	GND-re húzza a kártyán lévő 3.3 V-os fő tápbuszt	2,
TRST#/NC	REFCLKn	JTAG reset, legtöbb kártyán nem bekötött	
3.3 V AUX	REFCLKp	tápvonal, REFCLK nem okoz problémát	3,
WAKE#	GND	GPU_WAKE# testre zár, nem probléma	4,
notch	notch	fizikai elválasztó, nem pin	
CLKREQ#	PERST#	hasonló kimenet, mint a WAKE#, PERST 3V a lap felől	5,
GND	3.3 V	GND 3.3V-ot kap, fő tápbusz zárlat az alaplapon	6,
PEX_RX0p	3.3 V	3.3 V-ot kap az RXp láb, hibát okozhat!	7,
PEX_RX0n	TMS/NC	JTAG TestModeSelect, legtöbb lapon nem beültetett	8,
GND	TDO	GND-re húzza a JTAG jelet, nem gond	
PRSTNT2#	TDI	soros RC tag tes fele, nem gond	
GND	TCK	GND-re húzza a JTAG jelet, nem gond	

A táblázat utolsó oszlopában jelzett megjegyzések, melyek segítenek értelmezni a táblázatot és további információt ad arról, hogy a számítógép egyéb komponenseire milyen hatással van a fordított riseres hiba:

1, Az alaplapon az RX és TX vonalak felcserélődnek, erre érdemes figyelni, mivel a PCI-e szabvány a TX vonalakra helyezi a 0.22 μ F-os kondenzátorokat, így a kártyán és az alaplapon is a TX vonalak védettek egyenfeszültséggel szemben, az RX vonalak nem. Intel és AMD lapokon is ezek a vonalak közvetlenül a processzorba mennek, de nem szoktak károsodni.

2, Itt még nem okoz problémát a 3.3 V-os tápbusz testre húzása, mivel jelenleg az a táp 0 V-on van, mivel nem kap 3.3 V-ot sehonnan.

Ez REFCLKn esetében nem probléma, mivel a legtöbb kártyán nincs bekötve, az alaplapon nem kap semmit ezen a vonalon. REFCLKp sem szokott meghibásodni, ennek az oka az, hogy a kártyán a 3.3 V AUX táp jellemzően le van választva a fő 3.3 V-os tápbuszról, így nem kerül rá feszültség, illetve a 2, pontban írtaknak megfelelően a 3.3 V-os fő busz is testre van zárva. Emiatt az alaplapon vagy a processzor nem szokott károsodni.

5, A mag CLKREQ# kimenet a WAKE# áramkörhöz hasonló NFET-es leválasztás miatt nem károsodik a ráadott 3 V-os PCI-e reset jeltől, ami negatív logikájú, tehát amikor nincs resetben tartva, alaphelyzetben magas jelszint van rajta. A legtöbb alaplapon egy nc7sz08m5x típusú AND kapu kimenetére csatlakozik egy 0 vagy 100 Ω -os ellenálláson át a PCI-e reset jele, ami elegendő áramot tudna szolgáltatni a kimenet kiégetésére, ha közvetlenül a magba jutna.

Illetve a zárlatvédelem nem kapcsolja le az 5VSB tápot, ami miatt a 3VSB jelen van a

lapon, így ez ettől függetlenül tud hibát okozni.

Olcsó tápoknál a leállítás nem történik meg elég hamar, a nagyobb ellenállású kábelek, csatlakozók és a rosszabb védelem együtt túl lassú működést eredményez és az sem ritka, hogy sikertelen indításnál még párszor próbálkoznak, mielőtt a tévedést észreveszik, azonban minden indítás jelentősen csökkenti a kártya túlélésének a valószínűségét.

Nem szabad elfelejteni, hogy a csupán jelek továbbítására tervezett USB3.0 szabványú kábel vékony vezetőjén át folyik a teljes zárlati áram, így ha rossz minőségű kábelt használunk, lehet az ellenállása elég magas ahhoz, hogy a zárlatvédelem soha ne lépjen működésbe.

A riserek a két panel összekötésére USB3.0 apa-apa kábelt használnak, azonban nem az USB szabvány szerinti jelek mennek rajta, hanem PCI-e jelek, ez egy olcsó és jó megoldás nagysebességű jelek továbbítására boltban kapható alkatrészek felhasználásával.

Ennek az a hátránya, hogy nem a szabványnak megfelelő jelek vannak az ereken, így például a kártyát PCI-e helyett USB aljzatba dugva, vagy a PCI-e aljzatba dugott kábel másik végét USB aljzatba dugva hatalmas károkat lehet okozni. Ezek azonban tájékozott felhasználóknak, speciális célra készített termékek, így a véletlenül fordítva bedugás racionális hiba, a NYÁK eltávolítása és a csatlakozó USB aljzatba dugása nem. Ennek ellenére egyszer már találkoztam ilyen hibával is.

7, Az RXp láb közvetlenül a magba megy, amennyiben a 3.3 V-os fő táp nem áll le a 6, pontban részletezettek miatt, ez az adatvonal kiég a kártyában.

Ez a hiba nem javítható, azonban van rá esély, hogyha csak ez égett ki, akkor a kártya PCI-e X16 helyett a hátsó 8 adatpáron PCI-e X8 szélességen még használható. Ehhez PCI-e lane reversal szükséges, amely AMD Ryzen platformon automatikus, Intel platformon BIOS-ban kell engedélyezni, illetve ha nem támogatott szoftveresen, a processzorok megfelelő lábait összezárva kikényszeríthető ez a funkció.

Ennek megfelelően a fordított riseresen sérült kártyák tesztelése legegyszerűbben egy AMD lappal oldható meg.

Először fedjük le Kapton szalaggal az első adatpár mindkét RX és TX lábát, majd a kártyát a X16 foglalatba helyezve X8 szélességgel működni kell. A „javítás” is ugyanaz, az első adatpárhoz tartozó két kondenzátort forrasszuk ki a megmaradt RX

adatvonal vezetősávját vágjuk el. Enélkül a lap nem tudja detektálni, hogy az eszköz elsődlegesen lane reversal-t igényel és nem fog POST-olni.

8, Ez az RXn láb is sérülhet a magban, ha a lap alkalmaz JTAG-et és magas jelszint kerül erre a lábra, azonban ez nagyon ritka.

hátsó oldal (kártya)	első oldal fordítva (alaplapon)	következmény	
PRSNT#	-	nem csatlakozik, nincs pin az aljzatban	
12 V	-	nem csatlakozik, nincs pin az aljzatban	
12 V	-	nem csatlakozik, nincs pin az aljzatban	
GND	-	nem csatlakozik, nincs pin az aljzatban	
TCK/NC	GND	legtöbbször nem használt	
TDI	PRSNT2#	legtöbbször nem használt, JTAG loop	9,
TDO	GND	legtöbbször nem használt, JTAG loop	9,
TMS/NC	PEX_RX0n	alaplapon TX, kondenzátorral leválasztva	
3.3 V	PEX_RX0p	alaplapon TX, kondenzátorral leválasztva	
3.3 V	GND	A kártya 3.3 V buszát testre húzza	10,
PERST#	CLKREQ#	nem okoz gondot	11,
notch	notch	fizikai elválasztó, nem pin	
GND	WAKE#	GND-re húzza a WAKE# jelet, nem gond	
REFCLKp	3.3 V AUX	3.3 V AUX kerül a REFCLKp-re, hibát okozhat!	12,
REFCLKn	TRST#/NC	JTAG RESET, magas jelszinten hibát okozhat!	13,
GND	3.3 V	GND 3.3V-ot kap, fő tápbusz zárlat az alaplapon	14,
PEX_TX0p	GND	kártyán TX, kondenzátorral leválasztva	
PEX_TX0n	SMDAT	kártyán TX, kondenzátorral leválasztva	
GND	SMCLK	GND-re húzza az SMBUS órajelet, nem gond	

9, A NYÁK-on egy 0 Ω -os ellenállással össze vannak kötve

10, Ennek nagy jelentősége nincs, mivel a kártya fordítva bedugva nem kap 3.3 V-ot a 3.3 V-os tápbuszára, nem összekeverendő a 6, pontban írtakkal

11, AMD-nél a processzorból jön közvetlenül, Intelnél nincs vagy a PCH-ből jön, a kártyán a PERST# jelre megy, ami egy AND kapu bemenetére vagy néha a magba megy, nem szokott elromlani, a bemenet azonos jelszintű jelre van tervezve

12, REFCLKp egy nélkülözhetetlen adatvonal és 3.3 V AUX az alaplapon egy nagyáramú 3 V-os tápbusz, másik nevén 3VSB/+V_{standby}

Amennyiben ez a jel a bemenetre kerül és kiég, a GPU mag menthetetlen, a kártya totálkáros. Néha a mag túléli a bemenet megszakadása nélkül, de szerencse alapú, előfordul, hogy csak az első adatpár szakad meg és a REFCLK nem, az oka nem ismert pontosan.

13, Az előző ponthoz hasonló hiba, nem javítható, azonban a legtöbb lapon nincs JTAG, így ritka ennek a megszakadása.

14, Mint a 6, pontban, csökkenti a zárlat ellenállását, így elősegítve a túláram védelem működését szerencsés esetben

12.3 Lane reversal, forced bifurcation, fontos tudnivalók a PCI-e-ről

Ez egy nagyon hosszú és komplex téma lenne, így próbálom röviden kiemelni azt, amire szükség lehet fordított risertől sérült kártyák javításához.

A legfontosabb: csak szakadt adatpár esetén működik ez, amennyiben REFCLK sérült, a kártya nem javítható. Ez a javítás nem igazán javítás, inkább a kártya csökkentett sáv szélességű üzembe állítása a PCI-e szabvány kevésbé ismert és nem végfelhasználó barát módon implementált részeit alkalmazva.

Tegyük fel, hogy az első adatpárunk a sérült, másik adatpár esetén is működik a módszer, azonban gyakorlatilag mindig az első adatpár a sérült.

A PCI-e kártyák csak és kizárólag X1, X4, X8 és X16 módban tudnak működni, tehát egy adatpár sérülése eseté a maradék 15 pár csak X8 módban tud működni legjobb esetben is.

A PCI-e párok négyesével blokkokba vannak rendezve és csak blokkon belül tudnak több, mint X1 módban működni. Tehát az első négy pár alkotja az egyes blokkot, öttől nyolcig a kettes blokkot és ha 4X működést szeretnénk, nem elegendő a másodiktól ötödik párig mindegyiket egy párral elcsúsztatni, mind a négy párnak a második blokkból kell származnia (vagy harmadikból, vagy negyedikből).

A 44. ábra ezeket mutatja Northwest Repair Tony által átrajzolva, az orosz fórumokon terjedő képet felhasználva.

Amennyiben az adatpárokat elcsúsztatjuk és nem Lane reversalt vagy bifurcation-t használunk a blokkok maximális sáv szélességű kihasználására, akkor PCI-e remapping-ről beszélünk.

PCI-E X16 remapping

PCI-E can only work in X1 X4 X8 and X16 modes due to power of two.

X1 will work if you jump 1st pair over to the second as shown below.

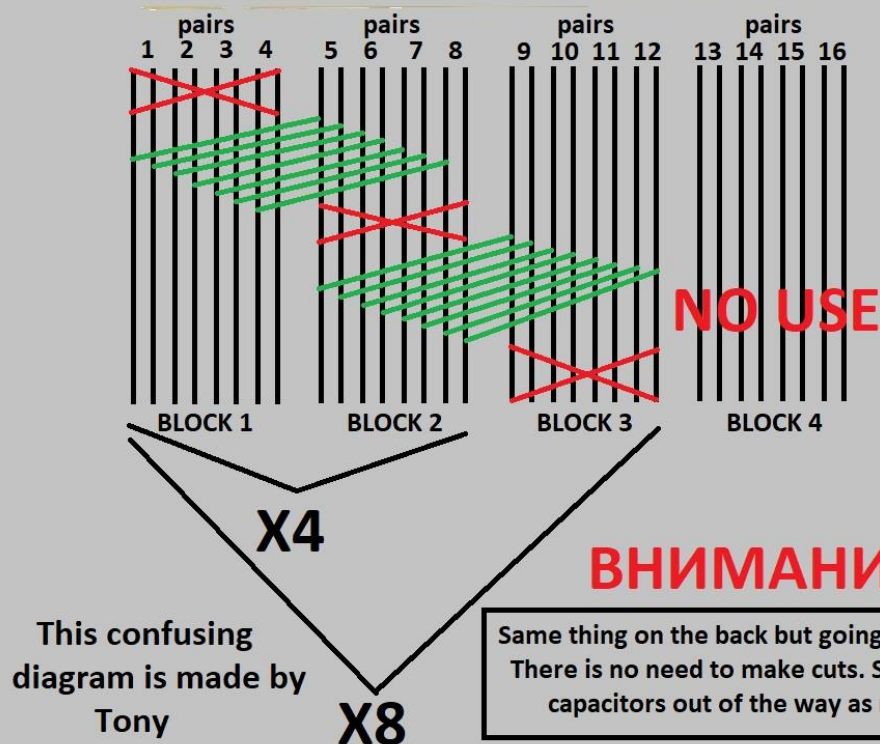
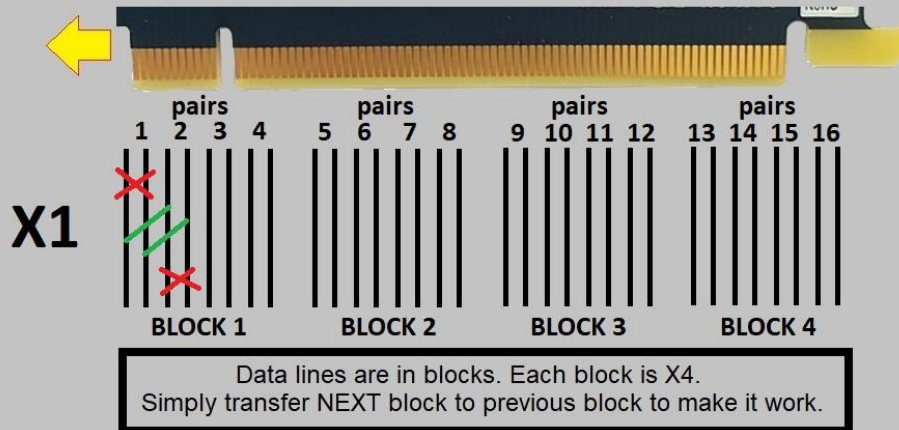
Jumping 2nd to 3rd, 3rd to 4th, 4th to 5th in order to get X4 will not work.

This is because communication on the GPU works on a BLOCK level (except 1st pair) where each block is 4 pairs.

In order to get from X1 to X4, every pair from BLOCK 1 has to be shifted to BLOCK 2

In order to get from X4 to X8, every pair from BLOCK 2 has to be shifted to BLOCK 3

Shifting BLOCK 3 to BLOCK 4, will not give you X12 due to Power of Two limitation.



44. ábra PCI-e remapping Northwest Repair Tony által átdolgozva [19]

A gyakorlatban adatpár kábelezést nem nagyon alkalmazunk, mivel nagysebességű differenciális adatvezetékeket nem lehet akárhogy vezetni a NYÁK felszínén jumper vezetékekkel. Ha muszáj, alkalmazzunk risert és azt kábelezzük át, az adatvezetékek

azon megfelelően árnyékoltak.

Legtöbb esetben a kábelezés elkerülhető, ugyanis a PCI-e szabvány támogatja a lane reversal, bifurcation és reverse polarity használatát, azonban fontos ezeket megérteni és nem keverni.

Reverse polarity: A differenciális adatpárok p és n vezetőit tetszőlegesen fel lehet cserélni, elméletileg akárhány adatpáron, bármilyen mintában, a gép érzékeli és alkalmazkodik hozzá. Ennek gyakorlati haszna számunkra nincs, nem használjuk és nem is ismert, minden hardver támogatja-e.

Bifurcation: Mint a neve is mutatja, az adatpárok felosztását végzi, ez akkor használatos, ha kevés a processzorban lévő közvetlen PCI-e adatpár, így több hardver esetén például az egyik X16 módú futtatása helyett azt fel lehet osztani X8/X8 vagy akár X4/X4/X4/X4 módra. Javításnál ritkán használt, de sokan keverik ezt a lane reversal-lal. Lapok használhatják ezt néha arra, hogy az X1 csatlakozók helyett a legsó X16 hosszúságú csatlakozó X1 helyett X4 módban menjen.

Lane reversal: leegyszerűsítve az adatpár sorrendje megcserélődik, X16 aljzatnál az utolsó 16-os pár lesz az új egyes és visszafele növekszik a számuk. Ez azért hasznos, mivel így az első szakadt adatpárból utolsó szakadt adatpár lesz, és a visszafele kiosztott adatpárokon probléma nélkül fog X8 módban működni az eszköz.

Eredetileg X8 működésű eszköz esetén ez X4 lesz és az eredetileg a kettes bankba tartozó négy adatpár fog üzemelni, de ezt személyesen nem teszteltem még.

Fontos azt is megjegyezni, hogy attól még mert egy aljzat fizikailag X16 hosszú, gyakran csak X8 vagy X4 adatpár van belekötve, a csatlakozó hossza csak az X16-os kártyák fizikai csatlakoztatására szolgál. Ha X8-as aljzatba teszünk sérült adatpáros kártyát, akkor a lane reversalt bekapcsolva csak X4 módban fog futni.

Gyakorlati megfigyelés, hogy magában a kártyák X8 módban futtatása nem okoz jelentős teljesítmény csökkenést, X4 viszont már igen. Illetve ha egy kártyánk PCI-e gen4 kompatibilis, akkor az X8 gen4 sebességen ugyanolyan sávszélességű, mint X16 gen3 beállításon. Néhány speciális alkalmazás, ami a szokásosnál sokkal nagyobb sávszélességet igényel, például néhány AI training program igényli a teljes X16 gen4 csatlakozás nyújtotta sávszélességet, ez esetben a hardvert le kell cserélni, azonban más felhasználásra még tökéletesen alkalmas lehet a sérült hardver is.

További megfigyelések: Nvidianál a második adatpár bekötése az első helyére működik, AMD-nél az utolsó adatpárt kell az elsőként használni mindenképpen (lane reversal vagy kábelezés esetén is).

12.3.1 Lane reversal bekapcsolása

AMD platformon AM3 és AM4 esetén automatikus, AM5 és Threadripper/EPYC platformokon nem tesztelt, de általában automatikusan működik.

Intel platformon vagy az UEFI BIOS felsőkategóriás lapoknál tartalmaz ilyen beállításokat, azonban a legtöbb esetben hardveresen lehet kényszeríteni a processzor megfelelő lábainak az összezárásával.

LGA 1700-nál például az alábbi két pin testre zárásával lehet a lane reversal és a bifurcation funkciókat bekapcsolni, azonban processzor adatlapok és alaplapon boardview-k alapján minden platformra meg lehet találni szükséges pineket. Így BIOS támogatás nélkül is bekapcsolhatóak ezek a funkciók.



45. ábra LGA 1700 pinek [20]



46. ábra LGA1551 pinek

Lehetőség szerint AMD-s gépekbe használjuk a sérült adatvonalas kártyákat, mivel ezek nem igényelnek egyéb hardver módosításokat, így végfelhasználó is el tudja végezni a kártya beszerelését, pontosan úgy, mint egy hibátlan darab esetén.

13. Érdekes és nehéz esetek

A legtöbb esethez csak egy konkrét példát mutatok be szemléltetésre, természetesen más kártyák vagy akár csak más NYÁKverziók (rev1.02 rev1.03 vagy MSI esetén a fő V verzió utáni _X.Y szám) esetén lesznek különbségek, tehát az alkatrészek pozíciószáma és esetleges értéke nem mindig fog megegyezni, vak követés helyett az adott áramkör összevetése szükséges a bemutatott példával.

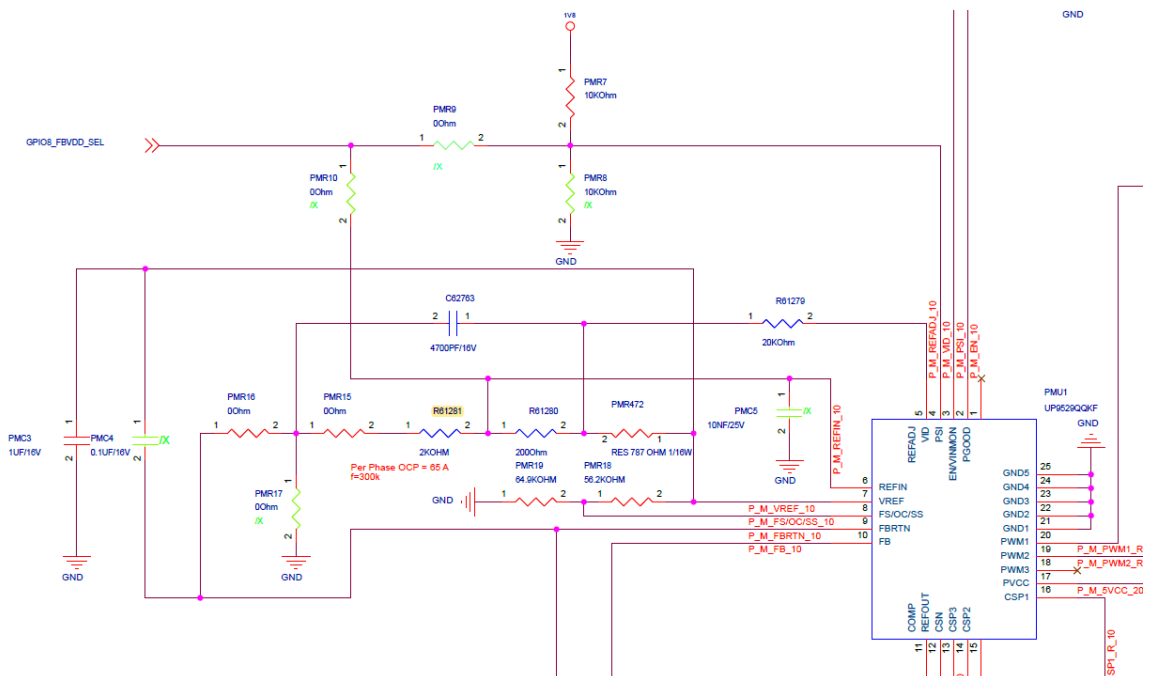
13.1 A Hynix X005 memória.

Leginkább az RTX3060ti típusú kártyákon található meg ez a Hynix GDDR6 memória chip H56G32CS4D-X005 jelöléssel, innen ered a hiba megnevezése, mivel az X005 végződése a típusnak új sorban szerepel, illetve csak ezt a specifikus típus érintett.

Meghibásodása esetén alap (Nvidia MODS és MATS) memóriadiagnosztika nem mutat hibát, de terhelés hatására instabil, artifactel/hibákat jelenít meg a képernyőn vagy összeomlik a kártya. Javítása szakszerűen a kártya összes memóriájának lecserélésével történik. Egyesek szerint elegendő csak a meghibásodott RAM lecserélése és a csökkentett tápfeszültség mellett még sokáig működni fog a többi memória is, ezzel kapcsolatban nincs tapasztalatom, mindig az összeset cseréltem, mivel a meghibásodás oka a túl magas tápfeszültség, tehát az összes chip károsodott már.

Fontos cserekor a VRAM tápegység feszültségét csökkenteni, mivel későbbi gyártású kártyákon már a gyártók is módosították ezt, mivel a szokásostól eltérően ezek a chippek 1.35 V helyett 1.25 V-os tápfeszültségről üzemelnek. Ez az információ nem található meg az elérhető adatlapokban, de több gyártó kártyáján is kimérhető a csökkentett memória feszültség. A módosítás a táp kimenetét visszacsatoló feszültségosztó módosításával valósíthat meg a legegyszerűbben, illetve Asus kártyákon a memória táp REFIN lábán lévő ellenállással:

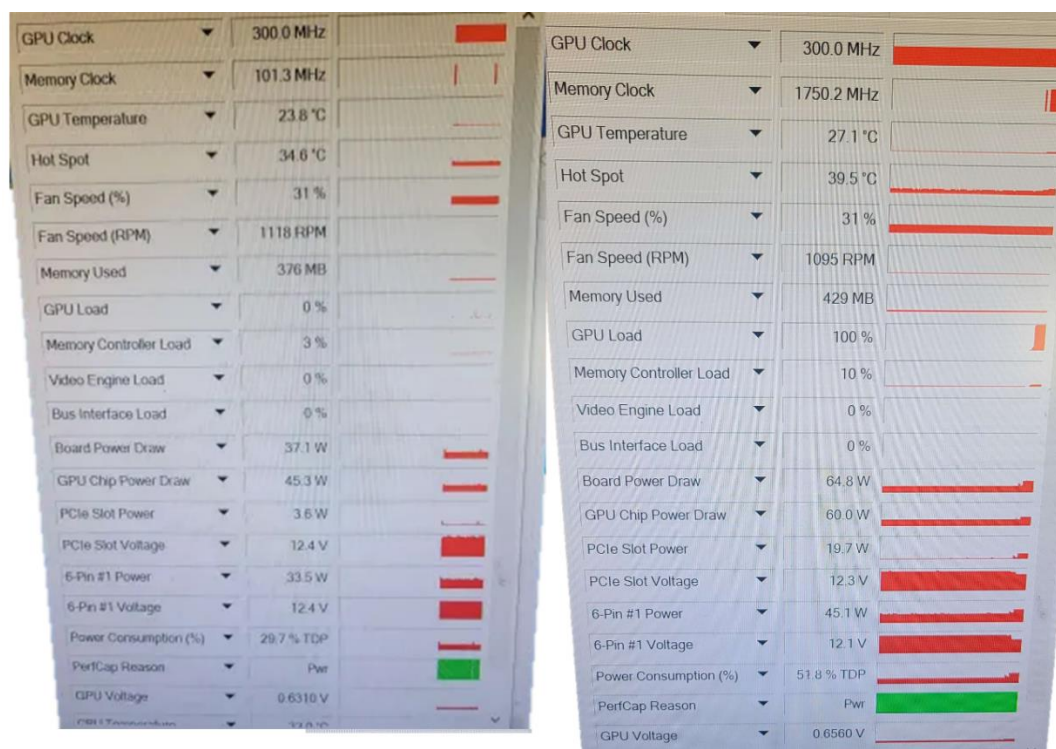
1.58 k Ω 1.25 V-ot ad Hynixhoz és 2 k Ω 1.35 V-ot ad Samsung és Micron RAM-okhoz. A kapcsolási rajzon is az eredeti, 2 k Ω -os érték szerepel, ez a sárgán kiemelt R61281 ellenállás.



47. ábra Asus TUF RTX3060TI VMEM táp REFIN osztója, a sárgán kiemelt tagot kell változtatni [17]

13.2 Áram és feszültség figyelő (monitor) IC okozta problémák

13.2.1 300 MHz mag órajel, INA3221, NCP45491 vagy uS monitor IC-vel szerelt áramkörön



48. ábra 300 MHz órajel, terhelés alatt is

A javítás nem igényel túl sok magyarázatot, az esetek nagy részében a monitor IC meghibásodása, esetleg a környékén levert alkatrészek okozzák. INA chipnél sokkal gyakoribb, az NCP45491 vagy uS IC-k meghibásodásuk esetén szeretik nem kiadni a BUS_OK jelet, ami az összes táp engedélyezéséhez kell.

13.2.2 RTX2000 vagy újabb kártya, semmilyen tápfeszültség nincs jelen, 1V8 sem.

Esélyes, hogy a monitor IC-vel van a probléma, mivel az NCP45491 és az uS is (ami hasonló működésű, csak picit más értékű alkatrészek szerepelnek a kapcsolásában) gyakorlatilag két feladatot lát el:

Előállítja a BUS_ok jelet a 30-as lábán PFM_PF_BSOK néven. A PS_VMON_PGOOD szükséges NV3V3 ENABLE és 1V8AON ENABLE előállításához és a PFM_PF_BSOK-az egyik feltétele a PS_VMON_PGOOD megjelenésének.

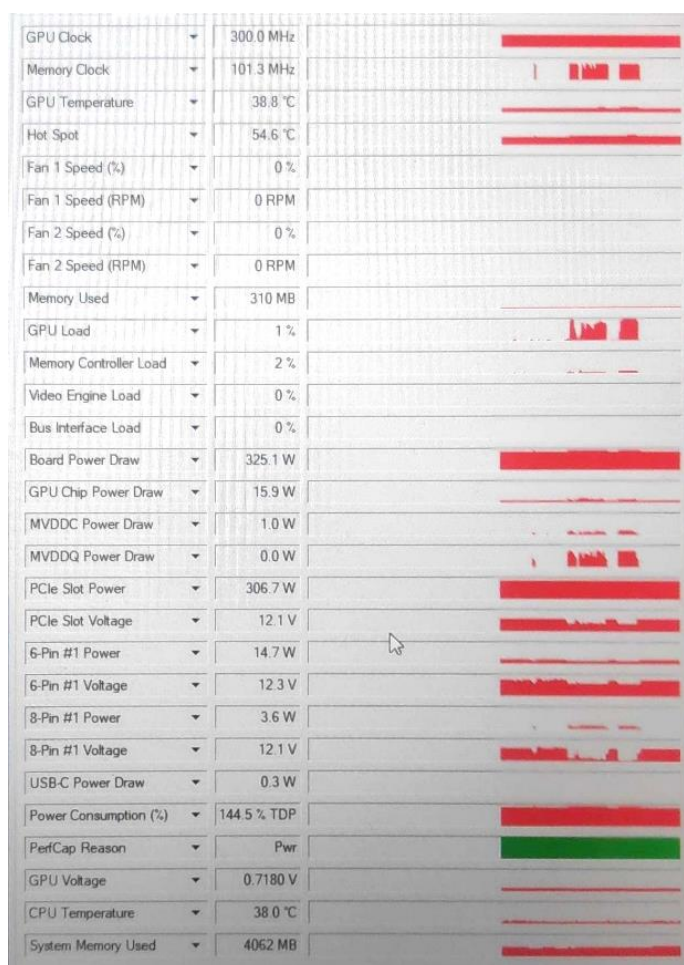
A BUS_OK jel akkor jelenik meg, ha az IC szerint az összes bemenő táp a megadott tolerancián belül van. Ez a jel hiányozhat, ha a kártyán ki van égve egy SMD biztosíték vagy az IC meghibásodott. Amennyiben a kártyán kettő monitor IC van bekötve,

ellenőrizzük mindkettő kimenetét és a bemeneteit, azonban elég gyakran az IC meghibásodása okozza a BUS_OK hiányát.

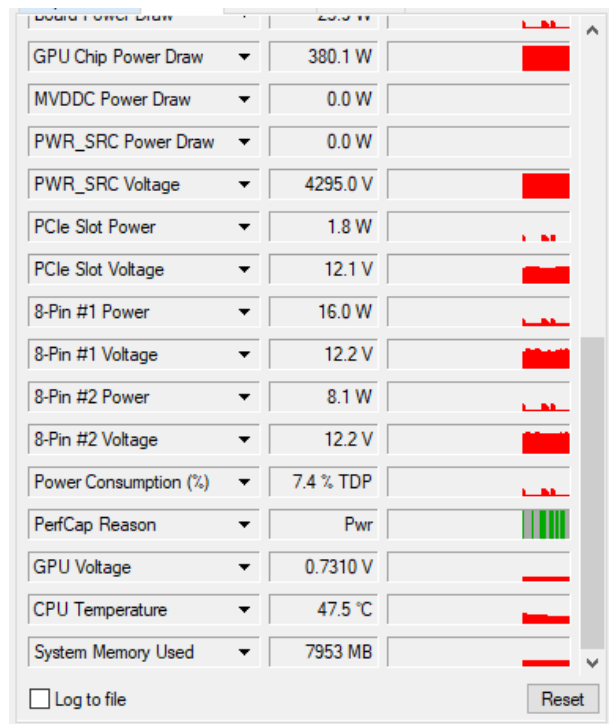
13.2.3 4 kV mérések

Másik jellemző hiba, ha a kártya működik már, azonban a teljesítmény nem reális, esetleg egy bemeneten 4 kV feletti feszültséget mér, vagy „GPU chip power” értékénél jelentősen magasabb vagy alacsonyabb fogyasztást mér.

Ezek a hibák néha egyszerre jelentkeznek, például a 49. ábrán látható MSI V373_21 RTX2070 kártyán az extrém magas fogyasztás mérés és a 300 MHz-es órajel egyszerre jelentkezett.



49. ábra RTX 2070 NCP45491 hibával

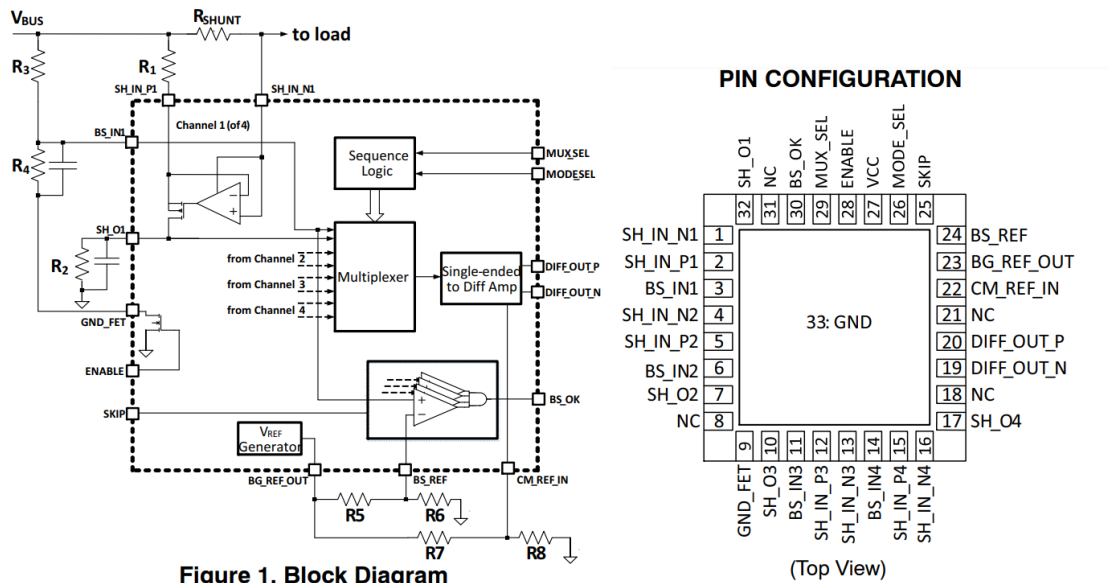


50. ábra 4kV-os mért feszültség egy RTX kártyán

Érdekes NCP és uS monitor IC-ből is készletet tartani, mivel a keresztbe cserélésük nagyon körülményes, sok passzív alkatrész van körülöttük, ami a két IC esetén különböző.

A monitor IC működéséről annyit érdemes tudni hibakereséshez, hogy 4-4 bemenete van áram és feszültségmérésre, az áramot természetesen a söntön eső feszültségből számolja a GPU, ezek jellemzően 5 mΩ-os söntők. Az IC kimenete egy differenciális analóg kimenet, ami a GPU PFM_ADC_IN_P és PFM_ADC_IN_N lábaira csatlakozik, az analóg digitális átalakítást a GPU végzi, az IC gyakorlatilag csak egy multiplexer, ami a MUX_sel jel hatására lépteti a bemeneteket az első csatorna feszültsége után az első csatorna áramára majd a következő csatornára vált. Ezért is érdekes, hogy a gyakori meghibásodásuk ellenére még sosem találkoztam olyan esettel, ahol az ADC megsérült volna.

Nagyobb kártyákon gyakori, hogy 2 db IC van összekapcsolva, ekkor a kimenetük közös és a nyolc bemeneten lépked végig (vagy kevesebben, ha úgy van konfigurálva), mielőtt újra az első bemenetet mérné, azonban a működése hasonló, csak hibás mérési eredményeknél a szenzor neve és a kapcsolás alapján kell eldönteni, melyik a hibás.



51. ábra NCP45491 blokkvázlat és pinout [17]

13.3 THERM_OVERT* hibák

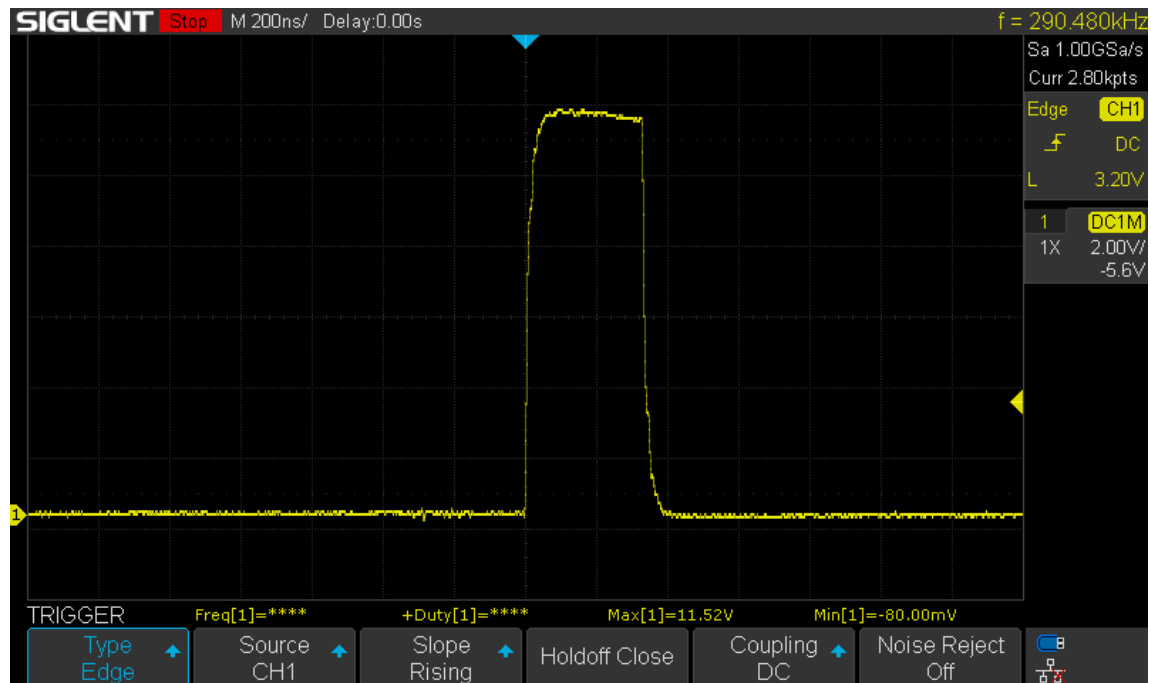
Ez az összes Nvidia kártyát érinti.

Ha a ventilátor maximális fordulatszámon pörög, és a kártya nem indul, vagy terhelés hatására elmegy a kép és a ventilátor maximális fordulatszámmra kapcsol, akkor mérjük meg a THERM_OVERT* jelet, esélyes alacsony lesz a jelszintje.

Neve ellenére legritkább, hogy túlmelegedés az oka. A jelet a legtöbb kártyán a mag és a legtöbb DrMOS VCORE és VMEM fázison be tudja húzni. Jellemzően nem zárlatos, de meghibásodott vagy elromlás határán lévő DrMOS illetve rossz tápegység design tudja okozni. Például a Gigabyte RTX2080super ismert arról, hogy hidegen indítva nagy terhelés hatására erre a hibára fusson, ez eddig több, mint 12 esetben fordult elő. Van, amikor tényleg segít a DrMOS-ok egyesével végigcserélése vagy a jelalakok vizsgálata, de nem mindig és mivel a kártya ismert arról, hogy a VCORE és VMEM tápja szokatlanul kis tekercsekkel és nagyon magas hőmérsékleten fűt, vannak feltételezések, miszerint a nem javítható kártyáknál a NYÁK-on belül szakadnak meg vezetősávok esetenként. Személyesen próbáltam már a current steering kiiktatását, teljes VCORE táp cserét, azonban akad olyan darab, amin ez sem segít.

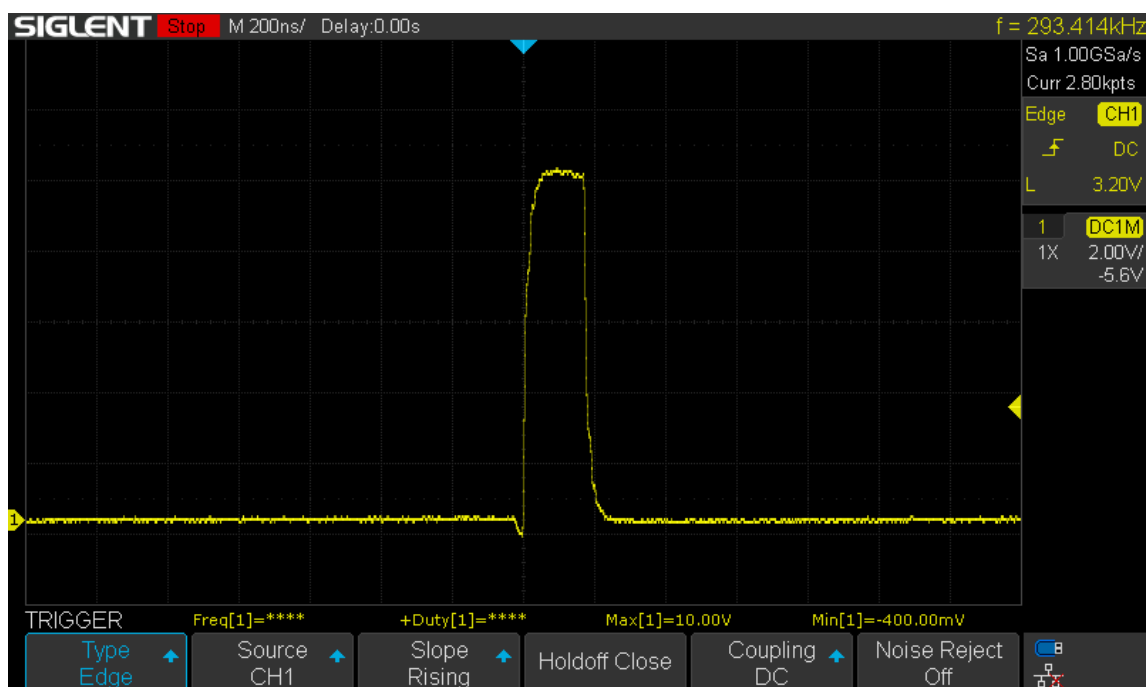
Ez egy tipikusan olyan eset, ahol oszcilloszkópos mérésnek van értelme és hasznos is, így egy ilyen említett Gigabyte 2080s-en be is mutatom a jó és a rossz jelalakokat. Ezt mindig a tekercs bemenetén kell mérni és a szinkron buck működésének megfelelően egy kis, változó kitöltési tényezőjű, 12 V csúcstértek körüli négyszögjelet várunk.

A tekercs bemenetét terhelés alatt mérni könnyű, ha THT tekercsekről van szó, azonban SMD tekercseknél is megoldható, mivel a tekercs bemenetén jellemzően van egy soros RC tag, ami a NYÁK hátulján található minden fázisnál, vagy legalábbis a helye, néhány kártyán nincs beültetve.

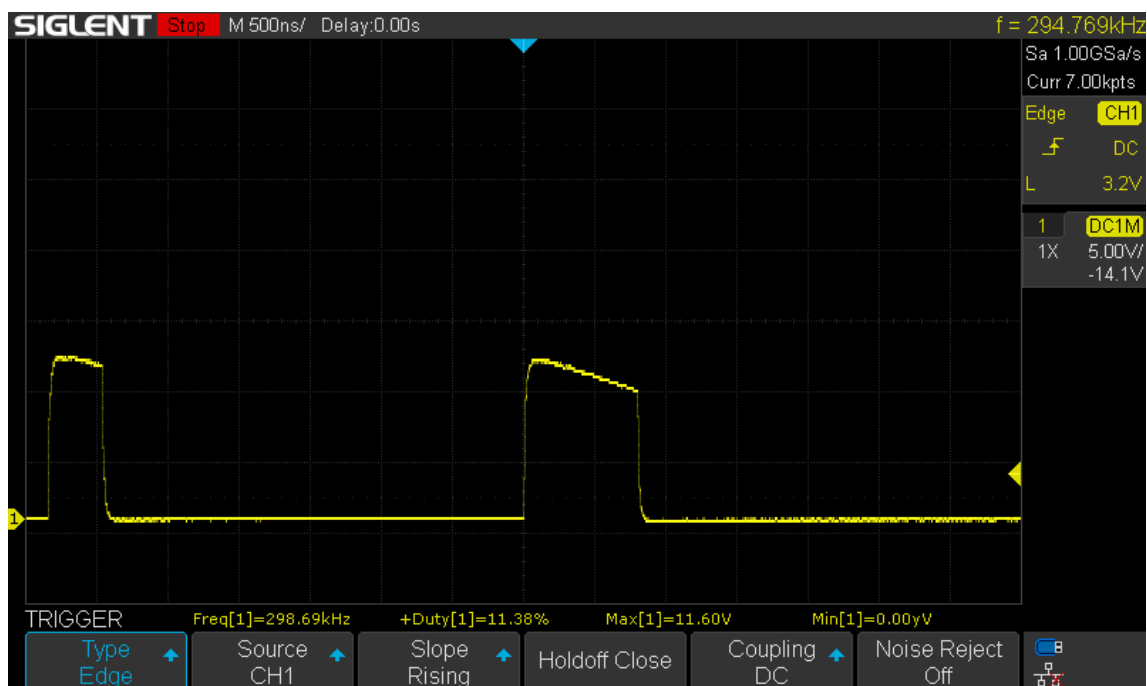


52. ábra megfelelően működő fázis

Az 53. ábrán látható, hogy a jó fázishoz képest a problémás kisebb amplitúdójú jelet ad, és néha furcsán eső a négyszögjel. Az 54. ábrán az is látható, hogy a többfázisú, f-U görbe mentén dolgozó, egyenletes terhelés optimalizált VRM működésének megfelelően a kitöltési tényező változik, csak a jelalak nem szép, szerencsés esetben a DrMOS cseréje meg fogja oldani ezt a problémát.



53. ábra Hibásan működő fázis



54. ábra Nem ideális jelalak a hibásan működő fázison

13.4 LED-es módszer kapcsolóüzemű táp korlátozott ellenőrzésre (működik/nem)

Az oszcilloszkópos képek után fontos megjegyezni, hogy a kártyák nagyjának a javítása nem igényel oszcilloszkópot, amennyiben csak a jel megléte érdekel minket, a tekercs bemenetéhez érintsünk egy LED-et, amelynek a másik lába 1-2 k Ω -os ellenállással a testre van kötve. A működő fázisoknál világítani fog, mivel a 12 V csúcs körüli négyeszőgjel eléri a nyitófeszültséget, míg a nem működő fázisoknál a tekercsen

visszamérhető 0.8-0.9 V egyenfeszültség nem fogja a LED nyitófeszültségét megközelíteni. A LED fényereje a terheléssel változik, így valamilyen mértékben még becslésekre is alkalmazható a módszer.

Egyetlen dolog van, amihez az oszcilloszkóp hasznos lehet, az a 27 MHz-es oszcillátor a mag mellett, amennyiben a kártya nem működik, vagy megmagyarázhatatlan hibákat produkál, ellenőrizzük a jelalakját. Oszcilloszkóp nélkül is meg lehet oldani, először mérjük meg a mag fele menő két vezetősávon, hogy a maghoz csatlakoznak-e valóban. Mindkettőn azonos dióda nyitófeszültséget kell mérjünk. Ezután cseréljük ki vakon az oszcillátor alkatrészeit. Vízkáros, szakszerűtlenül javított vagy meghajlott NYÁK-ú kártyáknál előfordul, hogy meghibásodik, de nem gyakori hibajelenség.

13.5 Egyes videokimenetek nem működnek jellegű hibák

Az ilyen hibákat mindig a fizikai sérülések lehetőségének kizárásával kezdjük.

Amennyiben nincs sérült vagy hiányzó alkatrész, fontos minden kimenetet ellenőrizni, ugyanis van néhány eset, aminél a hibakeresés lerövidíthető kis gondolkodással.

Először ellenőrizzük a tápokat, DVI-D csatlakozón a 14-es láb 5 V-ot kell mérjen az 5V_VESA/DDC_5V tápbusz miatt. HDMI csatlakozón a táp a 18-as lábon 5 V a DDC_5V tápegységről. DisplayPort csatlakozónál a táp a 20-as lábon mérhető, 3.3 V a DP_PWR tápról.

Érdemes tudni, hogy modernebb kártyákon nem csak egy DP_PWR tápbusz van, hanem jellemzően kettő, így attól még mert van olyan DP kimenet, ami működik, lehet még tápellátás hiba. A tápot egy kapcsoló IC, egy *loads switch* állítja elő a fő 3.3 V-os tápról, DDC_5V esetén hasonlóan egy kapcsoló IC állítja elő, csak az 5 V-os fő tápbusz a bemenete. Leggyakrabban a GS7612S5 chipet használják erre a célra, ezeknek az első lábán a csatlakozókon való mérés nélkül ellenőrizhetőek a tápok.

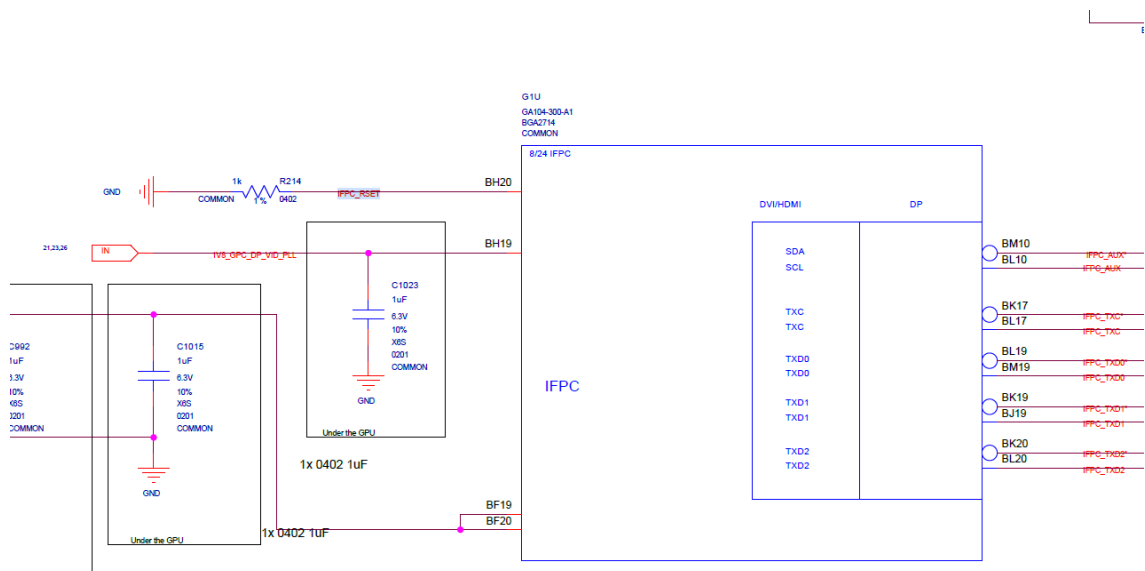
Amennyiben minden táp működik, a VBIOS-t kell ellenőrizni, ha olyan kártya VBIOS-a van rajta, amelynek mások a kimenetei, előfordulhat, nem fog működni (inkább AMD-re jellemző). Ez GPU-Z-vel a legegyszerűbb, vagy egyszerűen egy ismertén jó filelletal felülírva biztosra lehet menni.

Ha továbbra sem jó, akkor érdemes megnézni a differenciális adatvonalakat és az egyéb fontos adatvonalakat, amelyeken két FET-ből álló leválasztó áramkör van. Ezek DP-n

AUX_CON és AUX_CON* illetve HDMI-n SDA_CON és SCL_CON vagy hasonló nevet viselő lábak, illetve a hotplug detect lábat is érdemes megnézni.

13.5.1 Két különböző vagy egyforma kimenet rossz Nvidia kártyán

Egy speciális eset, amikor Nvidian jellemzően kettő, de néha egy kimenet nem működik és semmi logikusnak tűnő magyarázat nincs rá. Ekkor általában a magban lévő Nvidia IFPC modul nem üzemel valamiért, ezek az *Interactive Flat Panel Controller* részek a GPU-ban maximum két kimenet meghajtására képesek. Egy ritka hiba, amikor a kártyát fizikai ütődés éri, vagy BGA forrasztás volt végezve rajta és utána nem működik egy IFPC-n az összes kimenet, amelynek oka egy IFPCD_RSET nevű ellenállás nem csatlakozása a mag megfelelő lábához (itt a CD a megfelelő kimenetekkel helyettesítendő, lehet AB, EF vagy csak egy betű is). Az alábbi ábrán például bal fent látható az IFPC_RSET 1 k Ω -os ellenállás. Kimérése dióda módban lehetséges, amennyiben a mag fele a csatlakozás szakadt, 1 mA-es mérőáramon 1 V-ot fog a műszer mutatni, a mag helyes csatlakozása esetén pedig 350-400 mV-ot.

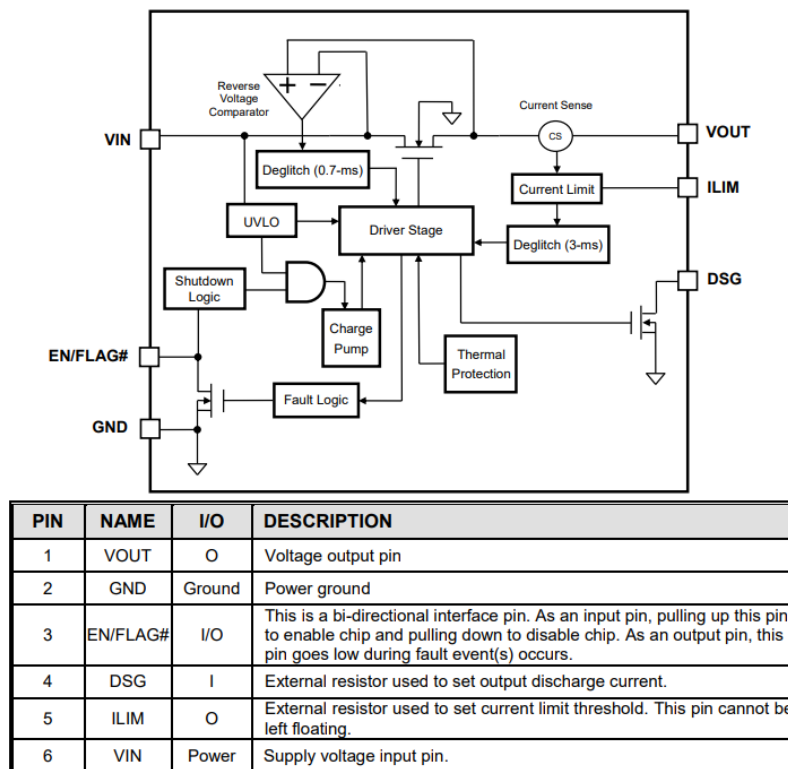


55. ábra IFPC modul az RTX 3060ti-on [17]

13.6 Ritka funkció egy IC enable ágán, NCT3527U-A

Az NCT3527U-A IC egy állítható áramkorláttal rendelkező terhelés kapcsoló/load switch IC, amely az enable magas szintje esetén a bemenetet a kimenetre köti, azonban van egy érdekes extra funkciója. Az enable nem csak egy bemenet, hanem egyben egy hibajelző kimenet és mint a blokkdiagramból is látszik, hiba esetén az enablet testre húzza. Ez azért okoz megakadást a hibakeresésben, mivel az enable lábra mindenki bemenetként tekint, vagyis, ha nincs rajta zárlat, akkor az enable hiánya csak a forrás

hiánya vagy a felhúzó ellenállás hiánya miatt lehetett eddig. Azonban most nem így van, az AMD RX 7900XTX és hasonló kártyákon a kimeneten lévő részleges zárlat okozta túláram is aktiválhatja a hibaállapotot az IC-ben, amelynek hatására az enablet mint hibajelzés földre húzza.



56. ábra NCT3527U-A blokk diagramja [21]

13.7 Egy tápegység a magon belül több különálló részt táplál

Ez akkor fontos, amikor magot cserélünk, vagy új magot mérünk be, nem elég csupán az egyik 1.8 V-os táp lábát ellenőrizni zárlatra, jellemzően 3 vagy 4 különálló, magban nem közösített rész van az 1.8 V-os ágon és sokszor pont az zárlatos, amelynek csak pár lába van, míg a többi résznek 10-20 lába is lehet. Tehát attól még, mert minden láb ugyanoda csatlakozik, a token belül nem közősek, mérjük meg minden lábat, de legalább minden ránézésre összetartozó, közeli lábcsoportból egyet, hogy biztosan tudjuk a mag nem zárlatos, ezzel elkerülve a felesleges munkát, amelyet a hibás GPU beültetése okozna. Ugyanez igaz laptop és desktop chipsetekre is.

14. Tanácsok, információ források, szoftverek

14.1 Kapcsolási rajzok, boardview-k

Érdemes a szakmai csoportokban benne lenni, főleg a bevezető lábjegyzetében kiemeltekben, azonban hasznos forrás az orosz vlab.su fórum is.

Kapcsolási rajzok és boardview-k beszerzése az említett szakmai csoportokban, Telegram csoportokban, erre specializálódott Youtube csatornák videóinak leírásában található Google drive linkeken szerezhetőek be.

Mindig panel azonosító, azaz *board number* alapján is keressünk.

A vinafix egy fizetős oldal, azonban ha ott megtaláljuk a keresett fület, az jó jel, ami ott fent van, legtöbbször megtalálható máshol ingyen is, de legrosszabb esetben is elenyésző összegért beszerezhető. Az ottani filenévre keresve is van esélyünk rábukkanni a keresett tartalmakra.

14.2 VBIOS

Ismerten jó VBIOS-ok beszerzésére használjuk a Techpowerup VBIOS adatbázisát, figyeljünk arra, hogy az adott VBIOS pontosan egyező revíziójú panelhez tartozzon (MSI-nél a Vxxx_ utáni rész), illetve támogassa a kártyán lévő memória mennyiséget és típust, ez AMD-nél ki van írva, Nvidia-nál pedig majdnem mindegyik tartalmazza az összeset.

Ne keverjük össze a különböző magokat! RTX 2000 sorozatnál az A és nem A végű, RTX 3000 sorozatnál a normál és LHR magok nem ugyanazzal a VBIOS-sal működnek. A megfelelő VBIOS a device ID alapján választható ki, például az RTX 3000-es szériánál a leggyakoribbak alább láthatóak.

GPU Model	GPU ID	LHR (yes\no)	Details
RTX 3060	GA106-300	-	Software LHR
	GA106-302	LHR	
RTX 3060 Ti	GA104-200	-	
	GA104-202	LHR	
RTX 3070	GA104-300	-	
	GA104-302	LHR	
RTX 3070 Ti	GA104-400	LHR	
RTX 3080	GA102-200	-	
	GA102-202	LHR	
RTX 3080 Ti	GA102-225	LHR	
RTX 3090	GA102-300	-	

57. ábra RTX 3000 GPU-k ID-ja [22]

14.3 Szoftverekről röviden

A kapcsolási rajzok jellemzően pdf-ben vannak.

A boardview-k gyártó függő formátumban vannak, a legtöbbet a Boardviewer új kiadása meg tudja már nyitni.

Amennyiben a belső vezetősávokat a valódi alakjukban renderelve szeretnénk látni,

.twv kiterjesztés esetén a Tebo-ICT view 4.0 már meg tudja nyitni ezeket. Gigabyte fileoknál a fileok jelszavasak, G!G@by3 a kód. A programnak a megfelelő céghez kell licenelve lennie. A jelenlegi licence a Help pontban kiolvasható, ezután az IctViewLicense.dll filet hex editorban megnyitva a licence tulaj nevére keresve text stringként azt kicserélhetjük a szükségesre. Gigabyte esetén ez Landrex, Lenovonál LianBao. A file szerkesztése és mentése után a program megfelelően működik.

Érdemes az OpenBoardView-t is használni, illetve professzionális felhasználásra Paul Daniels FlexBV fizetős programja is praktikus.

Memória diagnosztikához Nvidia MODS/MATS, NVMT szükséges (linkek és leírás vlab-on), AMD-hez Tserver és Memtune szükséges. Sok teszt egyben megtalálható a Gigabyte szervizdiagnosztikában is. Mindezeknek nagyon sok verziója és átdolgozása van, érdemes a beszerzési forrásuknál tájékozódni a használatukhoz szükséges parancsokról és az adott kártyához szükséges verzióról.

14.4 PMIC programozás

Nehéz és hosszú téma, IR PMIC-k majdnem mind programozottak, Monolithic Power MPS chipjei is hasonlóak. Ha festékpötty van az IC-n, az mindig egyedi programot jelent!

MPS-hez: EVKT-USBI2C-02 és Server Telecom Core Power Monitor Programming GUI (licencelve!) szükséges.

IR-hez: USB005 és PowIRCenter megfelelően licencelt és új verziója szükséges.

Ezek a hardverek és szoftverek nagyon praktikusak VRM hibakeresésnél is, azonban az magában egy nagyon komplikált terület.

Azt jegyezzük meg, vannak PMIC-k, amiket nem lehet csak úgy egy másikra kicserélni, szükség esetén gpufix.de árulja őket programozva, aranyárban.

15. Szerszámok

A műhelyét mindenkinek a saját ízlése szerint kell kialakítania, így csupán pár támpontot adnék:

Forrasztási kellékeken nem szabad spórolni. Csak olyan pákát érdemes venni, aminek a hegyébe van integrálva a fűtőeleme és kellően nagy teljesítményű.

Pákák: Pinecil, Pinecil 2, TS101, JBC T245-ös nyéllel működő állomások, akár használt eredeti, akár kínai másolat például Aixun t320, azonban mindig eredeti hegyekkel. Én a használt, eredeti JBC-t javasolom, vagy akár a kijelző nélküli új állomást, egész olcsó és a pákát nem olvasgatni szokás úgysem.

Hegyek: c245-914, c245-789, c245-036 amiket mindig használok, c245-906 és c245-731 is hasznos, más márka esetén lehet hasonlókat találni.

Meleglevegős forrasztóállomás/*hot air station*: Atten 862D, messze mindent ver ár/érték arányban, tudásban a jóval drágább Quick és JBC darabokat is veri. A kis 60 dollár körüli darabok, amelyeknek a nyelében van a ventilátor kerülni kell. Már kapható a TME-nél és Eleshopnál is, nem csak Kínából.

Csipeszek: Olyat érdemes venni, ami 120 mm hossz körüli, a vége nem hajlik el könnyen, itthon beszerezhető a Handy 10772 nagyon olcsón és jó.

Ón, óngolyók: Csak Sn60Pb40-et érdemes használni, bármilyen régi márka megfelelő, ajánlott gyantatöltetű. Csepel, Metalloglobus és hasonlókéletesek és olcsók. Óngolyóból csak PMTC márkájú ólmosat érdemes venni Kínából.

Ónszívó szalag: Bármilyen, aminek a folyasztószerre nem ég oda és 2.5-3 mm széles. Techspray, EasyBraid, ne Kínából vegyük, mivel alig lesz benne réz.

Flux/folyasztószer: Kínai szemét messziről kerülendő, az egyetlen állandó minőségű kínai termék a Mechaic SD360, ez kiforrasztásra és tisztításra tökéletes. Beforrasztásra, reflowra és golyózásra az eredeti Amtech Inventech NC559 V2 vagy ASM flux-ot ajánlom, esetleg Loctite Multicore-t, de azt nagyon nehéz lemosni.

Nyák tisztítás: IPA tökéletes, nem szükséges drága fluxle mosó.

Forrasztásgátló lakk: Zöldből a Mechanic is jó, azonban a RELIFE RL-UVH902 3S a legjobb, vastag rétegben alkalmazáshoz az átlátszó tökéletes. Ehhez bármilyen 1-3 W-os UV közeli teljesítmény LED megfelelő.

Multiméter: Gyakorlatilag bármilyen, nem kell drága legyen. A mérővezetékeket cseréljük ki tűhegyes precíziós mérővezetékekre, a kínai megfelelő feszültségmérésre, de fogyóeszköznek tekinthető. Amennyiben sokat mérünk, érdemes olyan műszert venni, ami jó dióda nyitófeszültségnél pittyen egy rövidet, így adatvonalak és RAM vonalak kimérésénél nem kell nagyon sokszor leolvasni az értéket, mivel csak a kapcsolat meglétének a tényét ellenőrizzük, amire a hangjelzés is elég. Ezt a legtöbb Fluke tudja, azonban az Uni-T UT61E+ is tartalmazza ezt a funkciót, közel 30 ezer forintért és jár hozzá USB-s adapter, két mérővezeték pár és hordtáska is.

Tápegység: 30 V 10 A, én javasolnám régebbi márkás tápok vásárlását, azonban az Amazonos 60 euro körüli darabok is elmennek, ha tisztában vagyunk a korlátaikkal.

Oszilloszkóp: meglepően sok mindent meg lehet oldani nélküle a LED-es módszerrel. A legolcsóbb ajánlható a Rigol Ds1054Z, ami fejleszthető 100 MHz-re, 4 csatornás és olcsó. Néhány 2 csatornás Hantek olcsóbban is megszerezhető, kártya javításra elegendő lehet.

Hőkamera: Nem szükséges, de néha hasznos. Ár/érték arányban a különálló megoldások közül a PC210, a telefonos megoldások közül az InfiRay P2 Pro az ajánlott jelenleg.

Stencilek: 90x90 mm-es rendszert javaslok használni, de „direct heat”stencilek is jók 0.3 mm-nél kisebb golyók esetén.

Stencil tartó: az aranyszínű kínai 90 mm-es messze a legjobb választás.

Nyák előmelegítő/*hot plate*: Az IR laposakkal ellentétben én a 946C típust javaslom vastag alumínium lappal, egyenletesebb hőeloszlást biztosít és chipek felgolyózására is alkalmas.

BGA-zó gép: Nem érdemes olcsó kis IR állomásokat venni, nem érnek semmit sem. Építeni kell, vagy egy HR590 vagy hasonlót venni, akármit, amely alsó és felső meleg levegős egységgel rendelkezik és a szoftvere használható. Én egy régebbi Scotle HR460-at alkalmazok. Számítsunk egy jó 1600-2000 eurós beruházásra, olcsóbbat venni pénzkidobás sajnos.

GPU teszt hűtő: Ez tartja hűvösen a magot a szétszerelt kártyán mérés közben, tapasztalat szerint egy lapos aljú FM2-es tömör extrudált alu processzorhűtő a legnagyobb, ami minden kártyára még elfér.

Mikroszkóp: Egyéni igényeknek megfelelően lehet kamerás, sztereo trinokuláris kamera porttal vagy akár ki is váltható egy tízszeres nagyítóval.

Egyebek: Jó minőségű szikék, üvegszálas csiszoló ceruza, valódi Kapton szalag, keskeny alu csíkok kondenzátorok forró levegő elleni védelméhez, vékony zománcozott és nyers réz huzalok vezetősáv javításhoz és természetesen végtelen mennyiségű donorkártya és sok türelem.

16. Ábrajegyzék

1. ábra Zárlatos MLC okozta sérülés Sapphire RX 470-en	8
2. ábra Sérült SMD alkatrészek	10
3. ábra gyárilag nem beültetett alkatrészek padjai	10
4. ábra TDK MLCC standard és zárlat ellen jobban védett megoldása [3]	11
5. ábra Sérült, félig leszakadt MLC kondenzátor	12
6. ábra Vezetősávok fizikai sérülése	13
7. ábra Sérült MLC kondenzátor és sérült vezetéksávok.....	13
8. ábra A vezetéksávok forrasztásgátló lakk nélkül	15
9. ábra A vezetéksávok leónozva, a felső vezetéksávon a microjumper felforrasztva	15
10. ábra Forrasztásgátló lakk felvitele	15
11. ábra Tápegység csatlakozók lábkiosztásai a lengőcsatlakozót szemből nézve[7]....	17
12. ábra 12VHPWR csatlakozó kiosztása és átalakítása a régi 8 pinre [8]	18
13. ábra Kártya elején a fő külső mérési pontok.....	20
14. ábra Kártya hátán a fő külső mérési pontok	20
15. ábra Panasonic chip ellenállás metszete [4].....	21
16. ábra SMD ellenállások mérése	22
17. ábra Zárlatos fázis keresése áramgenerátoros módszerrel, labortápegységgel.....	24
18. ábra Az áram útja az áramgenerátoros mérési módszer esetén	25
19. ábra Asus RTX 4090 TUF boardview [5]	27
20. ábra TDA21570 melegszik az integrált Gate driver részénél.....	27
21. ábra TDA21570 felülnézeti képe [6]	28
22. ábra TDA21570 blokkvázlat [6]	29
23. ábra GTX 1660TI hibás videomemóriája hőkamerán	30
24. ábra AMD RX580 belső tápjai	32
25. ábra MSI 1080 TI Lightning, NWR mérései [10]	33
26. ábra PowerColor RX 6700 XT Red Devil tápjai, NWR mérései alapján [9]	34
27. ábra 2070S NYÁK Br Adams (Wollongong, ERS discord).....	35
28. ábra NV3V3 LDO-ja az MSI V375_21 Boardviewn [11].....	41
29. ábra Túlfeszültség káros HDMI csatlakozó környezete	42
30. ábra UP9512P adatlap részlet [13].....	43
31. ábra UP9512P adatlap részlet 2 [13].....	43
32. ábra TI 1117 IC-k maximális forrasztási hőmérséklete [14]	45
33. ábra GT710 olvadt DVI csatlakozó és 7805 (jobb középen).....	45
34. ábra A képen látható, hogy az 1-es lábhoz feszültségosztó megy	46
35. ábra 78L05 lábkiosztása [15].....	47
36. ábra 1117 ADJ lábkiosztás és kimenő feszültség képlet [16].....	47
37. ábra Különböző 1117 IC-k jelölése a BCDsemi kínálatában	48
38. ábra A megfelelő IC beültetve	48
39. ábra POST után megjelenő hibaüzenet.....	49
40. ábra V330_21 MSI 1070 current steering.....	50
41. ábra PCI-e X1 bányász riser	51
42. ábra Helyes és fordított riser csatlakozó	53
43. ábra WAKE# kimenet a TUF 3060ti-on, NFET-tel [17].....	55
44. ábra PCI-e remapping Northwest Repair Tony által átdolgozva [19]	59

45. ábra LGA 1700 pinek [20].....	61
46. ábra LGA1551 pinek	62
47. ábra Asus TUF RTX3060TI VMEM táp REFIN osztója, a sárgán kiemelt tagot kell változtatni [17].....	63
48. ábra 300 MHz órajel, terhelés alatt is	64
49. ábra RTX 2070 NCP45491 hibával	65
50. ábra 4kV-os mért feszültség egy RTX kártyán.....	66
51. ábra NCP45491 blokkvázlat és pinout [17].....	67
52. ábra megfelelően működő fázis	68
53. ábra Hibásan működő fázis.....	69
54. ábra Nem ideális jelalak a hibásan működő fázison	69
55. ábra IFPC modul az RTX 3060ti-on [17]	71
56. ábra NCT3527U-A blokk diagramja [21].....	72
57. ábra RTX 3000 GPU-k ID-ja [22]	74

Grafikon jegyzék

1. grafikon Nvidia GTX 1000 power sequence	36
2. grafikon Nvidia RTX 2000 power sequence	37
3. grafikon Nvidia RTX 3000 power sequence	37
4. grafikon Nvidia RTX 3080/90 power sequence	38
5. grafikon Nvidia RTX 4080 power sequence	38
6. grafikon AMD RX400/500 power sequence	39
7. grafikon AMD RX5700-6800 power sequence [12]	39

17. Források

[1] <https://www.nvidia.com/en-us/geforce/news/gfecnt/nvidia-geforce-gtx-1080-ti/>

GTX 1080 Ti Founders Edition sajtóközlemény

[2] <https://www.nvidia.com/en-us/geforce/news/gfecnt/20229/rtx-40-series-graphics-cards-announcements/>

GeForce RTX 40 Series sajtóközlemény

[3] <https://file.elecfans.com/web1/M00/20/AC/ooYBAFmkxC-AXrJkAAcqOpaUG30653.pdf>

TDK's Guide to Flex Cracking in Multilayer Ceramic Capacitors

[4] <https://industrial.panasonic.com/sa/ss/technical/r6>

Chip resistor's failure phenomenon/mechanism and solutions (2)

[5]

CG139PB_1_02X_60YV0IE0_VG0A02_TUF_RTX4090_O24G_GAMING_2I3S_R1_02XCG139PB.cad file, saját vásárlás

4090 TUF boardview

[6] https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-TDA21570-DataSheet-v02_00-EN.pdf?fileId=5546d46279cccfdb0179e505726c7d7a&ack=t

TDA21570 adatlap

[7] <https://www.overclock.net/threads/gpu-and-cpu-power-connections.1773088/>

GPU and CPU power connections

[8] <https://www.igorslab.de/en/this-is-how-nvidias-4-fold-adapter-for-12vhpwr-connection-of-geforce-rtx-4090-works-with-workaround/>

How NVIDIA's 4-way adapter for the 12VHPWR port of the GeForce RTX 4090 really works!

[9]

https://cdn.discordapp.com/attachments/1022733004474433556/1123839690366263367/PowrColor_RX_6700_XT.jpg

PowerColor RX 6700 XT mérési eredmények

[10]

https://cdn.discordapp.com/attachments/1022736278321635389/1025659282894626836/MSI_1080ti_lightning.jpg

MSI 1080ti lightning mérési táp kiosztás

[11] <https://drive.google.com/drive/folders/1-Jh0RyDVtpWMrwY3lZkN9fF7iRG5ZbDX>

V375 MSI kapcsolási rajzok és boardviewk

[12]

<https://drive.google.com/file/d/1XL9VLDz6Rfv6H1kNOTkiUAYiEiPpc30c/view?usp=sharing>

AMD power sequence

[13] <https://www.upi-semi.com/files/2228/e6374867-49f3-11e9-8d44-d30dc7bf67c5>

UP9512P PMIC adatlap

[14] <https://www.gocarelectronic.es/pdf/010TLV111733ITE.pdf>

TLV1117 Adjustable and Fixed Low-Dropout Voltage Regulator adatlap

[15] <https://www.jscj-elec.com/gallery//file/CJ78L05%20SOT-89-3L%20V2.3.pdf>

CJ78L05 Three-terminal positive voltage regulator adatlap

[16] http://www.secosgmbh.com/datasheet/products/LDO_Regulator/SOT-223/STP1117Sxx%20Series.pdf

STP1117Sxx Series Adjustable or Fixed-Mode Regulator adatlap

[17] Asus_TUF-RTX3060TI-O8G-GAMING.pdf, vásárolt

[18] <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/ncp45491-d.pdf>

[19]

https://cdn.discordapp.com/attachments/1013843261137362956/1136076042256269382/PCIE_Dataline_remap.jpg

PCI-e remapping Northwest Repair LLC (Tony), private technicians group, alap kép
forrása az orosz fórumok

[20]

https://cdn.discordapp.com/attachments/1013843261137362956/1013843804886933544/Alder_Lake_CFGs.png YuuKi_AnS képre rajzolta Tech Cemetery szervizes, private

technicians group, Tech Cemetery LLC, átrajzolva

[21] https://www.nuvoton.com/export/resource-files/NCT3527U_NCT3527U-A_Datasheet_A0.pdf NCT3527U-A adatlap

[22]

<https://cdn.discordapp.com/attachments/1116554152936488981/1193918586109034526/zwOkK1h.png>

Akiya, private technicians group, hivatalos PCI device ID lista alapján