

LPSU3A50V FET többszörözés

A leírás feltételezi a hibátlanul működő tápegység létét, csak a FET-ek többszörözésére ad ajánlást.

Az LPSU3A50V labortápegység IRFP90N20 típusú áteresztő eleme önmagában is képes a felmerülő igények zömének lefedésére. De felmerült az -a talán szélsőséges igény, hogy a tápegység maximális kimeneti áram mellett is tartósan viselje el a rövidre-zárást. Ekkor kb. 170-180 W hőteljesítmény képződik, ami már határeset közeli állapot egyetlen áteresztő elemnek. Ezért kerestem megoldást a félvezetők többszörözésére.

Konzultáltam Proli007-tel a kapcsolás tervezőjével és merítettem Skori áramelosztó gondolataiból, valamint Reloop értékes tanácsait is figyelembe vettem. Itt is köszönöm az említettek segítő munkáját.

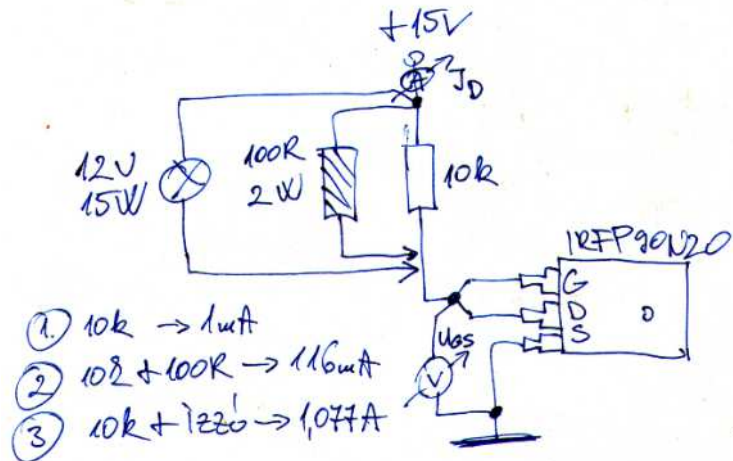
Alapvető feltétel volt, hogy bármelyik korábbi példány utólag is átalakítható legyen, illetve a mostani tápegység panel akár egyetlen FET-el is működhessen az eredeti alapgondolat szerint.

A FET-ek többszörözése nem végezhető el következmények nélkül. Ezért kikötés, hogy az eredetivel azonos típusú FET-eket használjunk, és azokból is maximálisan 3 db-ot. (Itt meg kell említeni, hogy biztosan egyéb típusok és más darabszám esetén is hasznosak az itt leírtak, de ebben az irányban nem végeztem semmilyen kísérletet.)

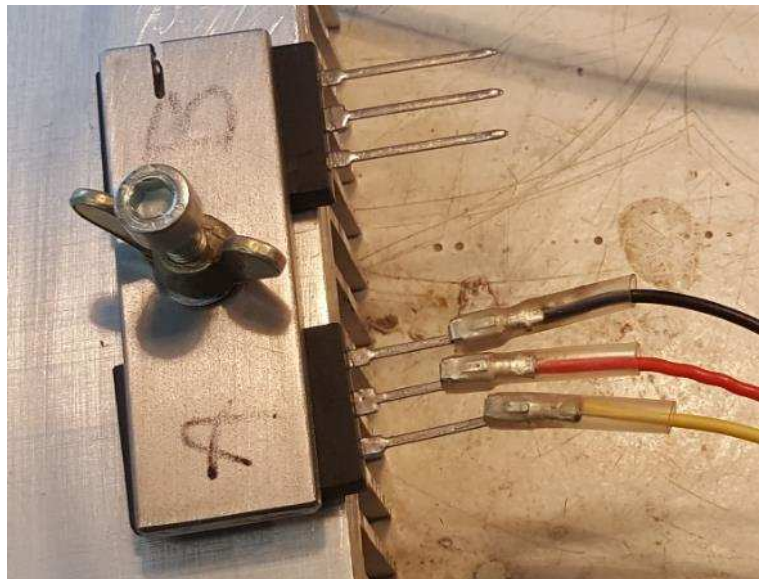
Amikor több áteresztő elemre bízunk a teljesítmény átvitelét, akkor elvárunk valamilyen mértékű azonosságot a teherviselésben. Ennek elérésére több lehetőség is kínálkozik, amiket itt igyekszek bemutatni.

Van olyan nézet, ami szerint az egy szériából vásárolt FET-ek paraméterei közel azonosak, ezért várhatóan rajtuk egyetlenesen oszlik majd el a terhelés. Ezt az én tapasztalataim nem igazolják, de a mostani leírásnak éppen az a célja, hogy a végére járjunk ennek a kérdésnek.

Első lépésként a rendelkezésünkre állót FET-készletet meg kell mérni. (Ha csak 3 db van, akkor nincs lehetőségünk változtatni, de a mérés ekkor sem árt). Az alábbi mérési összeállítást javaslom.



Mivel a tápegység kimeneti árammaximuma 3 A, és ezt 3 felé szeretnénk elosztani, ezért 1 A körüli áram mellett érdemes a mérést végezni (és ha már mérünk, akkor esetleg még másik 2 áramérték sem árthat, de erre itt most valójában nincsen szükség). 1 A áramnál már mindenképpen hűteni kell a FET-eket a mérés alatt. Erre praktikus megoldás lehet például a kép szerinti könnyen oldható felfogás.

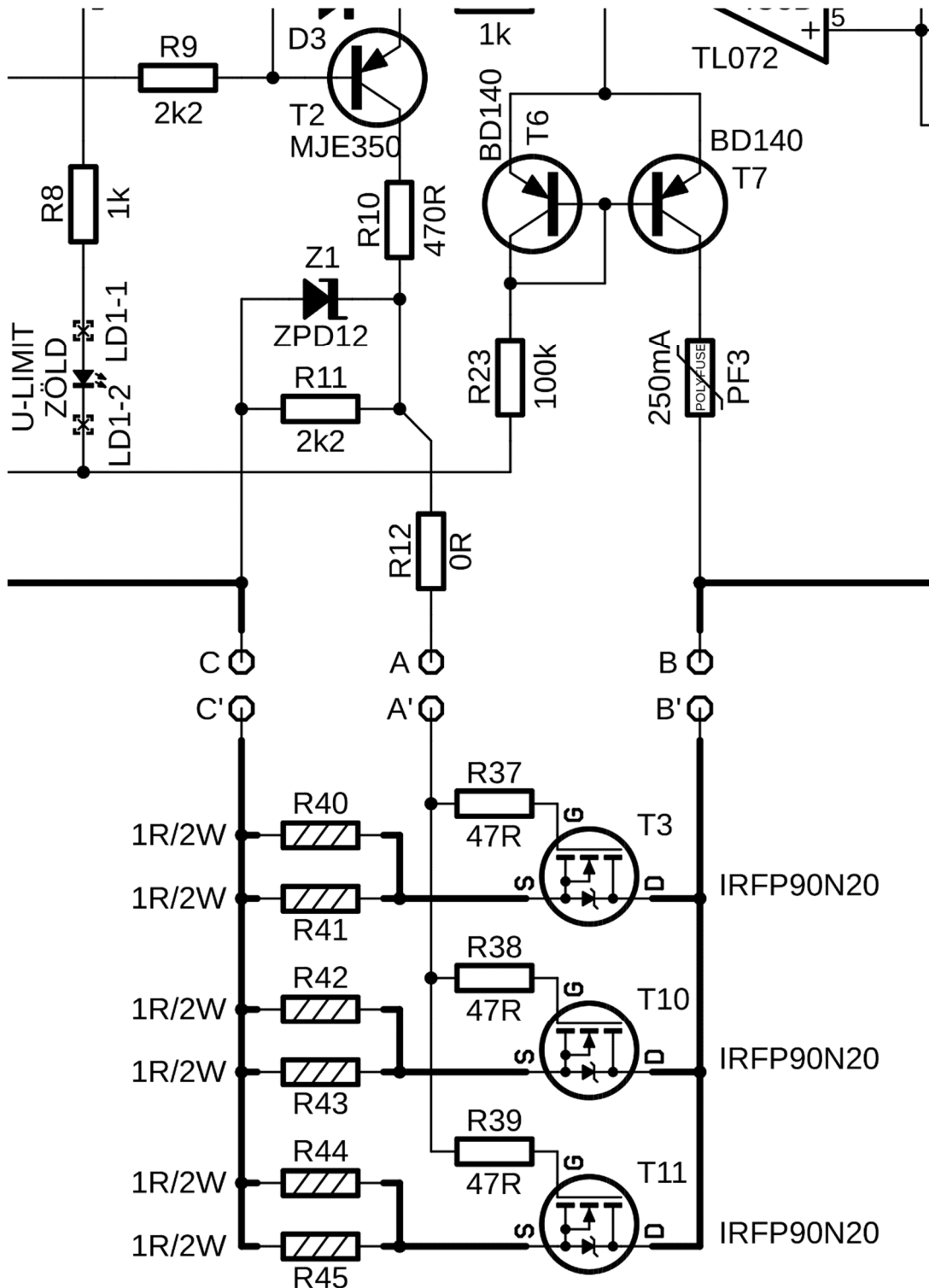


Célszerű megjelölni a FET-eket (grafittal szoktam ráírni vagy betűket, vagy sorszámokat). Aztán a mért értékeket, a FET jelöléseket használva jegyezzük fel. Azt tételezzük fel, hogy ha az U_{GS} feszültségek közel azonosak, akkor ezzel arányosan a teljesítmény eloszlás is azonos lesz. Tehát igyekezzünk a mért példányok közül választani 3 közel azonos értékűt.

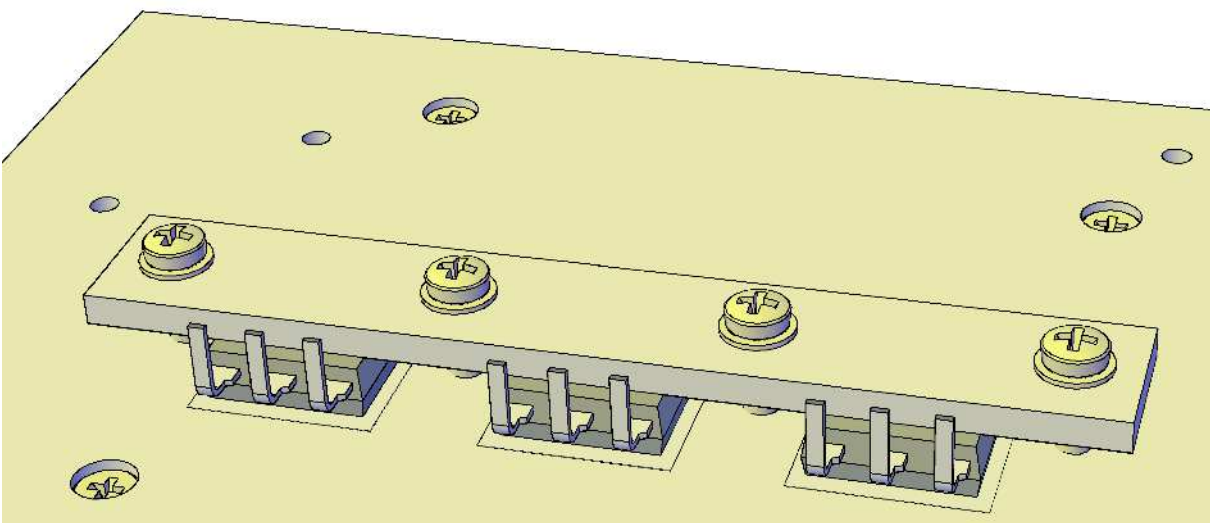
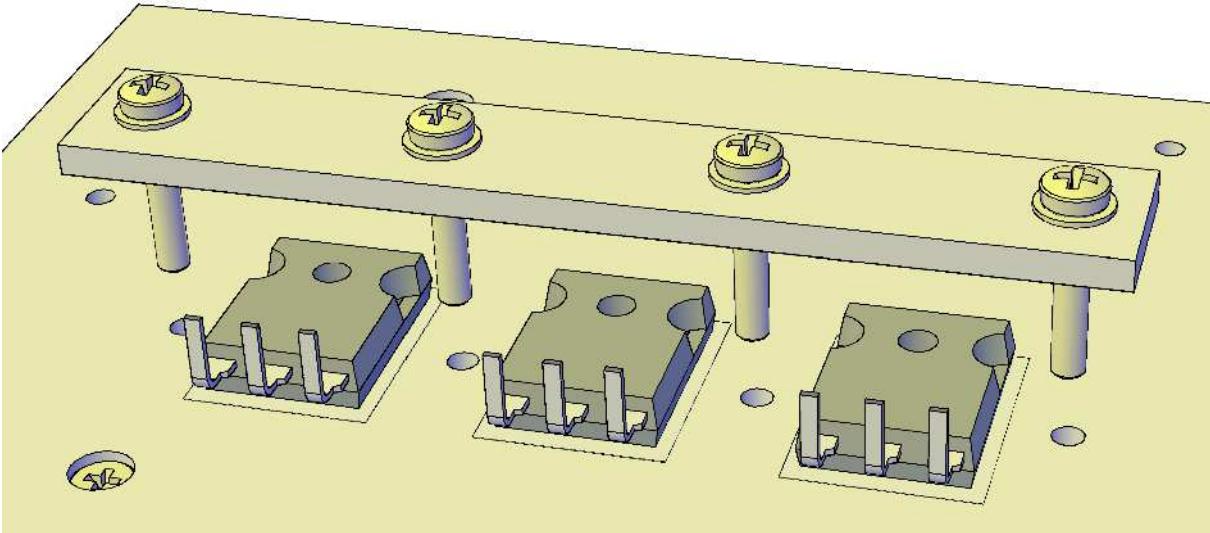
Nekem volt 1 régi és 5 új FET-em, amiken ezt mértem:

I_D	U_{GS} feszültségek a különböző Drain áramoknál [V]					
	U1	U2	U3	U4	U5	Régi
1 mA	3,884	4,169	4,077	3,883	4,162	4,194
116 mA	3,419	3,576	3,513	3,541	3,592	3,799
1,077 A	4,935	5,207	5,118	4,947	5,196	5,385

A kiválasztott 3 FET-et az alábbi kapcsolás alapján tudjuk hozzákötni az alapáramkörhöz. Látjuk, hogy a kiegészítő rész csak az alap-FET 3 lábán csatlakozik az alappanelhez. Az alappanelen lévő R12 jelölésű, eredetileg 47R-os ellenállást kell még rövidre zárunk (utólagos átalakításnál akár ki sem kell venni, csak alul átkötni, új építésnél pedig átkötést ültessünk be helyette).



Talán csak az én rögzítmém, de a 3 FET bordára fogatására a saját furaton való rögzítés helyett, egy átfogó kengyelt ajánlok. Ennek a megoldásnak biztosan nincs hátránya, és véleményem szerint az így elérhető szorítóerő jelentős mértékben növeli a félvezető és a borda közti hőátadó képességet.

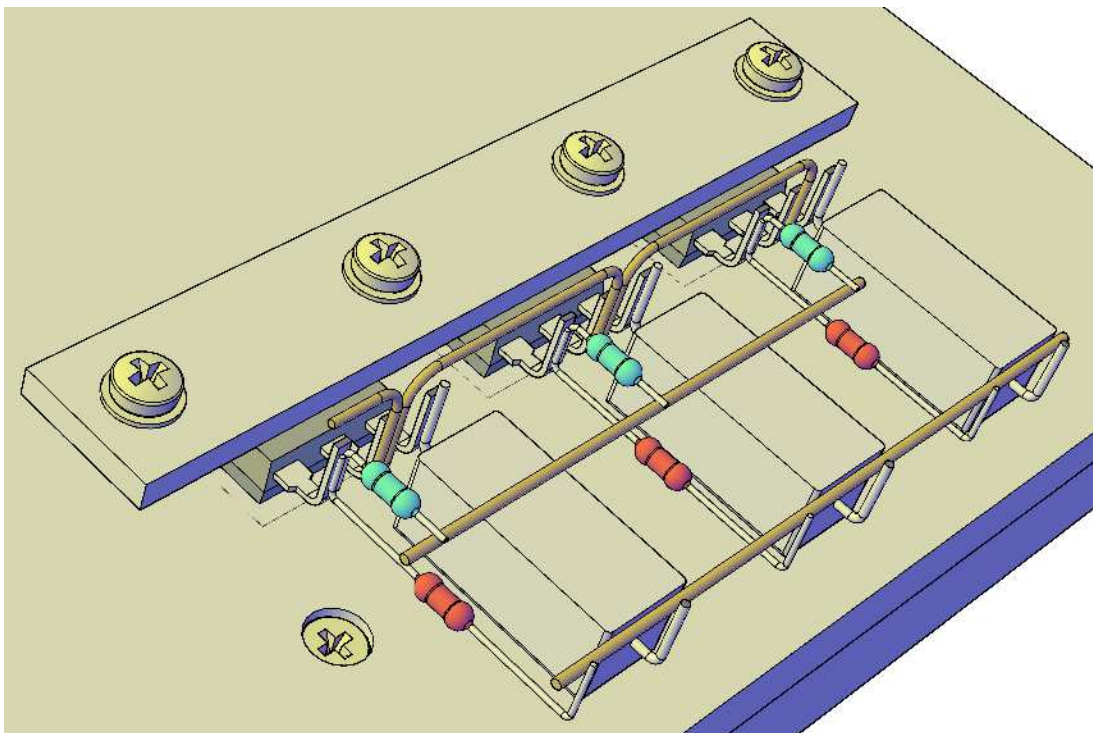


Többféle vastagságú csillámot lehet kapni, és sok esetben nem is tudjuk előre milyen vastagok ezek valójában. Igyekezzünk vékony csillámot használni, ami kb. 0,08 mm-t jelent.

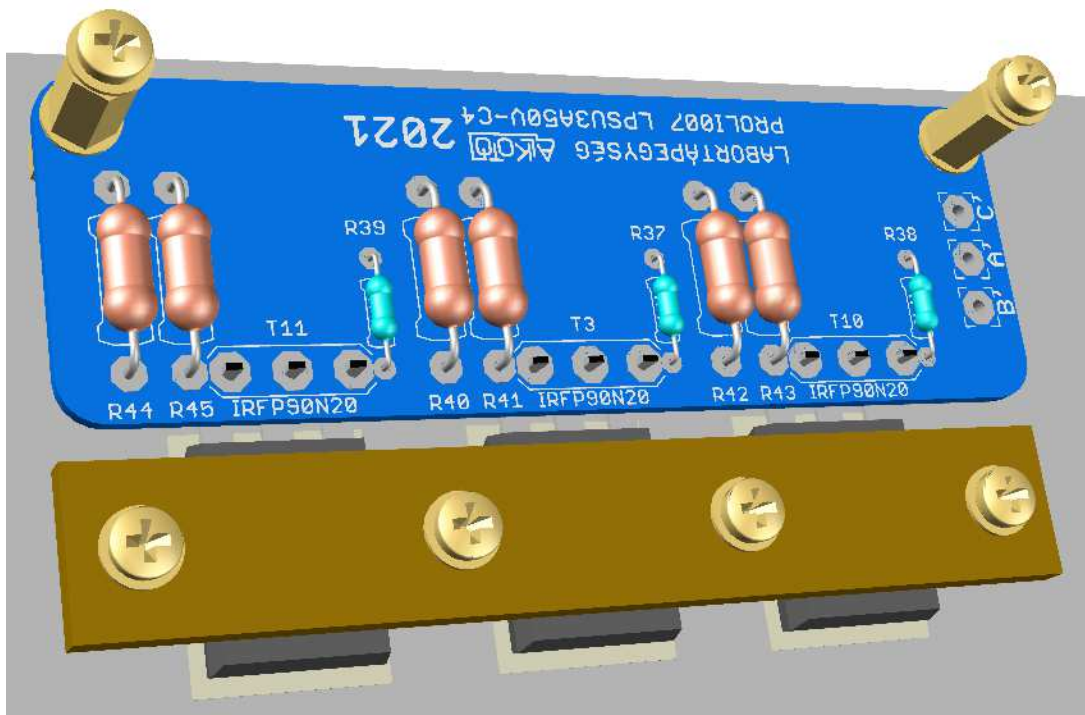
A Source ellenállások és a Gate ellenállások lengőben is szerelhetők, mint ahogy az én tesztjeim során is történt. Ez a valóságban ilyen:



A terveken pedig ilyen (a piros ellenállások később kerülnek szóba, első lépésben azok még nincsenek).



De ettől kényelmesebb megoldást ígér egy kis segédpanel, amit kínálok az alappanel mellé. Ezen minden alkatrész elfér (a FET-ek is), kényelmessé teszi a bordára szerelést és az alappanelhez csatlakozás is könnyen megoldható.



A segédpanel mérete, alakja és a felfogó furatai éppen úgy vannak kitalálva, hogy pontosan illeszkedjenek az alappanel alá. Tehát így nem növekszik a helyfoglalás, csak a borda és az alappanel kerül egymástól távolabb. Ez az elrendezés nem mellékesen viszonylag rövid bekötő vezetékeket tesz lehetővé. Én kb. 10 cm-es vezetékeket használtam, amik már azt is megengedik, hogy kifordíthassuk az alappanelt, amire szükség is lesz a mérések során. Fontos részlet, hogy a segédpanel vonalvezetésének egyszerűsítése miatt **a bekötési sorrend nem azonos a két panelon, de egyértelműen jeölve vannak az összekötendő pontok.**

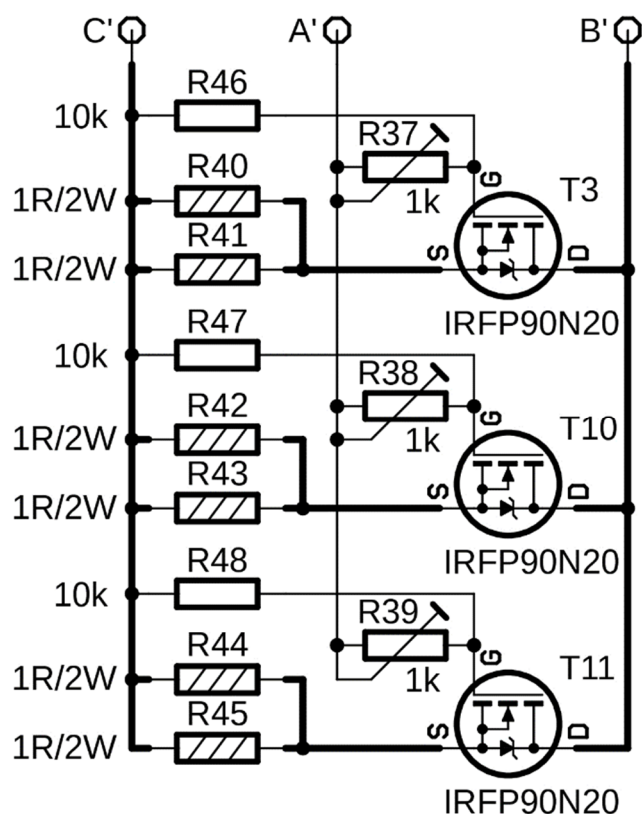
Miután megvalósult a 3 FET bekötése ellenőrizzük milyen arányban oszlik meg rajtuk a kimeneti áram. Ehhez állítsunk be kb. 1 A kimeneti áramot (azért ne a maximumot, mert egyelőre nem tudjuk milyen eloszlást értünk el). A kimeneti áramot elérhetjük célzott terheléssel (pl. izzóval), vagy rövidrezárással és az áramkorlát szabályozásával. Mérjük meg mindhárom Source ellenálláson a feszültséget. Ezt a mért értéket elosztva az ellenállás értékével megkapjuk mekkora Drain áram folyik az egyes FET-eken. Ha a legkisebb és legnagyobb érték között nem nagyobb az eltérés kb. 40-50%-nál, akkor nincs további teendő, ekkora eltérés belefér. Ezután maximumra állított áramkorlát mellett zárjuk rövidre a kimenetet, és így is mérjük meg az ellenállásokon eső feszültséget (ez a legszélsőségesebb hatás, ami érheti a tápegységünket). Ebben

az állapotban is elvárjuk a 40-50%-tól kisebb eltérést a legkisebb és legnagyobb áramú FET-ek Drain áramai között (pl. éppen ezen a határon lenne egy 0,8-1,0-1,2 A-es eloszlás).

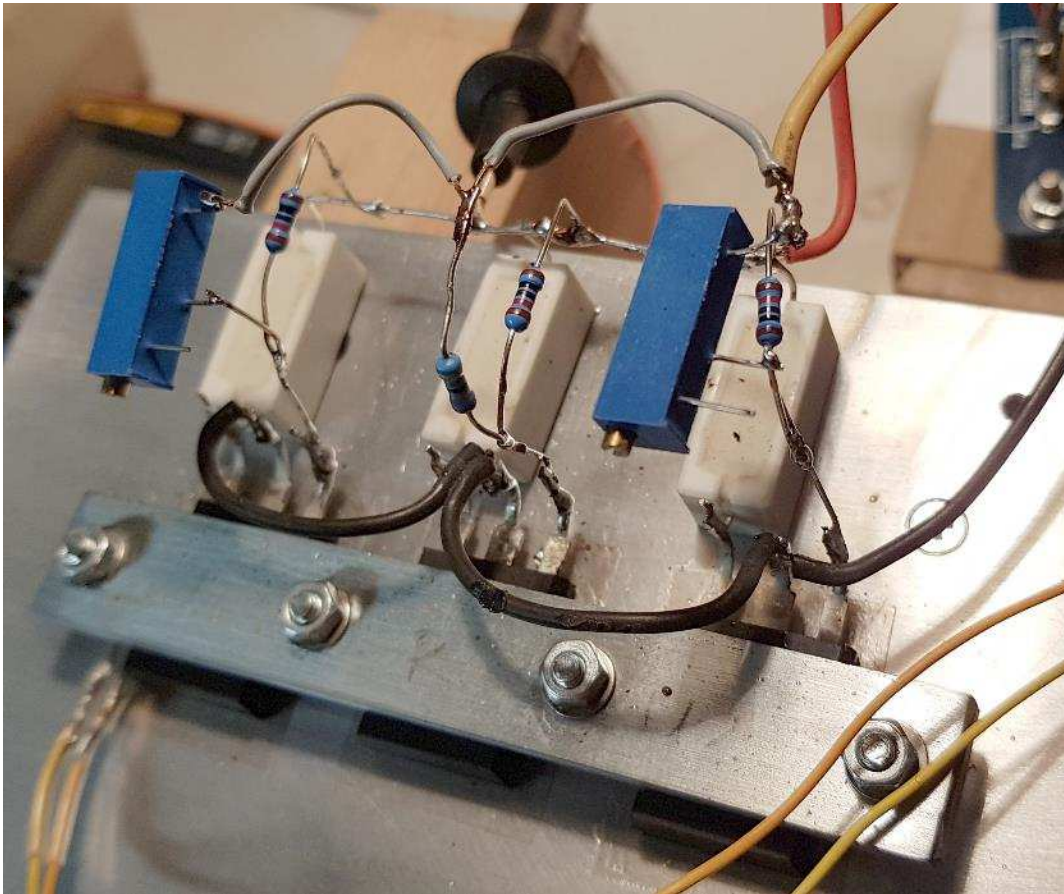
Ha nem volt elég FET-ünk a válogatáshoz (mert ez mégiscsak egy elég drága alkatrész), vagy eleve nem is válogattuk őket, vagy bármilyen más okból nagyobb eltérés van az áramokban, mint az elvart 50%, akkor van lehetőségünk további „hangolásra” (nálam a különböző forrásból származó FET-ek esetében 1,87-0,4-0,76 A volt a megoszlás, ami közel ötszörös különbség a legkisebb és a legnagyobb áramú FET között).

Skori több automatikus megoldást is kidolgozott a pontos eloszlásra, de én ezeket túlzónak éreztem, viszont a Gate feszültség leosztása mindenképpen hatékony lehetőség ígér. Végző soron az a cél, hogy minden FET-re testreszabott osztót állítsunk be, amihez 1-1 többlet ellenállás szükséges FET-enként. Ehhez az alsó tagot egységesen 10 k Ω -ra javaslom választani, és az eredetileg 47 Ω -os Gate ellenállás értékét kell céltzottan módosítani.

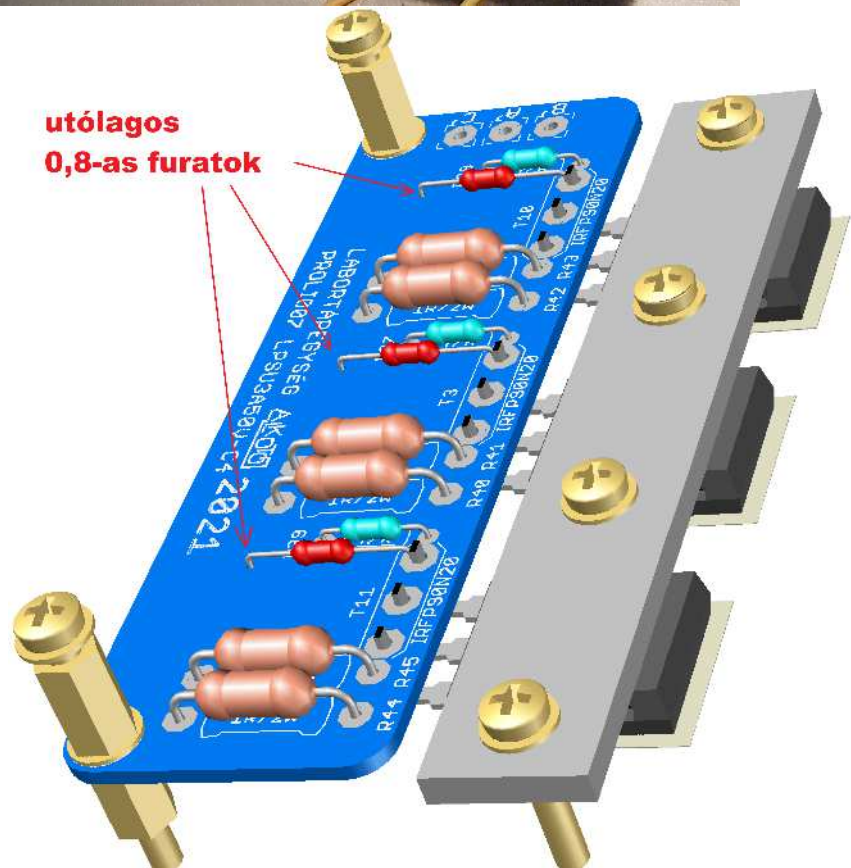
Többféle módon is célba érhetünk, de a hosszas próbálgatás helyett célszerűbb megoldást ajánlok. A legkisebb áramú FET-en hagyjuk meg a fix 10 k Ω + 47 Ω -os osztóértéket. A másik két FET esetében a 47 Ω -os ellenállások helyett lengőben és ideiglenesen 1 k Ω -os helitrimmert (több fordulató típus) forrasszunk be (beforrasztás előtt állítsuk a trimmereket kb. középállásba).



Nálam ez így nézett ki a valóságban. A középső FET volt a legkisebb áramú, ezért azon megmaradt a $47\ \Omega$, a másik kettőre jöttek a trimmerek.



Ha nem lengőben szereljük az alkatrészeket, hanem a javasolt segédpanelt használjuk, akkor erre fúrunk kell utólag 3 db 0,8-as furatot a $10\ \text{k}\Omega$ -os ellenállások egyik lábának. A másik lábukat közvetlen a FET Gate lábának forraszemére tudjuk forrasztani. Az ábrán pirossal jelöltem az újonnan bekerülő 3 db $10\ \text{k}\Omega$ -os ellenállást.



Miután összeraktuk ezt a hangoló állapotot, állítsunk be megint 1 A-es kimeneti áramot -a korábbiak szerint- és mérjük a feszültséget a Source ellenállásokon. Igyekezünk úgy beállítani a 2 trimmert, hogy közel azonos feszültséget (azonos Drain áramot) kapjunk mindegyik FET-en. Tapasztalni fogjuk mennyire érzékeny ez a beállítás, mert az egyes trimmerek tekerése a többi FET áramára is hatással van. Ezért minden állítás után mérni kell mindhárom Source ellenállás feszültségét (ha van elég műszerünk, akkor célszerű minden ellenállásra rákötni egy-egy műszert, mert így folyamatosan látjuk a 3 értéket, de természetesen 1 műszerrel egyesével is mérhetünk).

Ha elértük a kívánt hasonlóságot, akkor 3 A-es kimeneti áram mellett is ellenőrizzük az eloszlást. Szükség szerint finomítsuk a beállítást, mert elsősorban ezen az áramon van szükség az egyenlőségre. Miután megvan az egyenlőség, kapcsoljuk ki a tápot, forraszuk ki a trimmereket, és mérjük le mekkora ellenállásértékre vannak beállítva. Ehhez az értékhez legközelebbi szabványos értékű fix ellenállást forraszunk be a trimmer (korábbi 47 Ω) helyett.

Végül ismét ellenőrizzük le a most már fix értékű ellenállások esetén miként alakul a maximális kimeneti áram eloszlása. Arra számítunk, hogy a korábbi beállításhoz hasonló arányú, tehát nagyfokú azonosságot fogunk tapasztalni.