

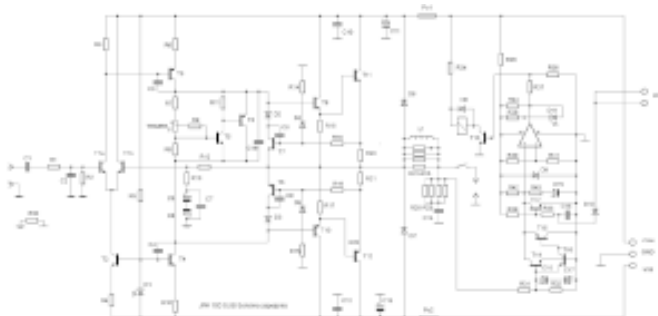
Bol som oslovený s prosbou o vygenerovanie podkladov potrebných na výrobu plošného spoja audio zosilňovača JPA-100SE. Prečo, keď sa dá kúpiť ako stavebnica? No nedá. Web "zosilnovace.eu" je nedostupný už nejaký ten piatok.

Dotyčný pán, ktorý ma oslovil, chcel ďalší kus stavebnice, ale ako som sa zmienil - web nefungoval, kúpiť sa nedala.

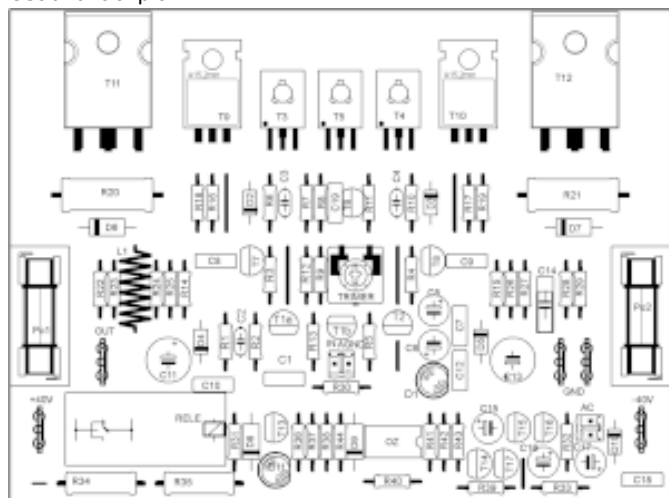
Podklady DPS nie sú dostupné, bolo treba vytvoriť návrh DPS znova. Vyzeralo to na jednoduchý a rýchly projekt.

Zo začiatku som sa samozrejme pokúsil rôznymi cestami kontaktovať autorov projektu, no neúspešne. Žiadna odpoveď. Schéma a osadzovací plán k dispozícii boli, dáta k plošnému spoju však nie. Bolo teda potrebné nakresliť plošný spoj znova, podľa reálnej predlohy.

Schéma:



Osadzovací plán:



Dotyčný pán mal reálny kus JPA-100SE.

Na požiadanie mi zaslal fotografie osadeného plošného spoja a celkové vonkajšie rozmery. btw: na DPS bez, alebo s nízkymi súčiastkami je lepšie použiť skener.

Originál je vlastne jednostranný plošný spoj s vývodovými súčiastkami osadenými len z jednej strany a tak je to pre tento typ DPS prakticky všetko čo treba - fotografie v čo najlepšom rozlíšení a vonkajšie rozmery DPS.

Sken spodnej strany, teda strany spojov:



Fotografia vrchnej strany, teda strany súčiastok:



Fotografie/skeny prešli najskôr cez program **GIMP**.

S fotografiou strany súčiastok nebolo treba nič robiť, je len pre kontrolu, ale sken spojov bol upravený na vyšší kontrast pre lepšiu čitateľnosť spojov, otočený a následne zrkadlovo prevrátený pre získanie motívu z pohľadu súčiastok (pretože tak sa kreslí DPS v návrhovom programe).

Easy.

Ďalší nástroj som použil program **Inkscape**.

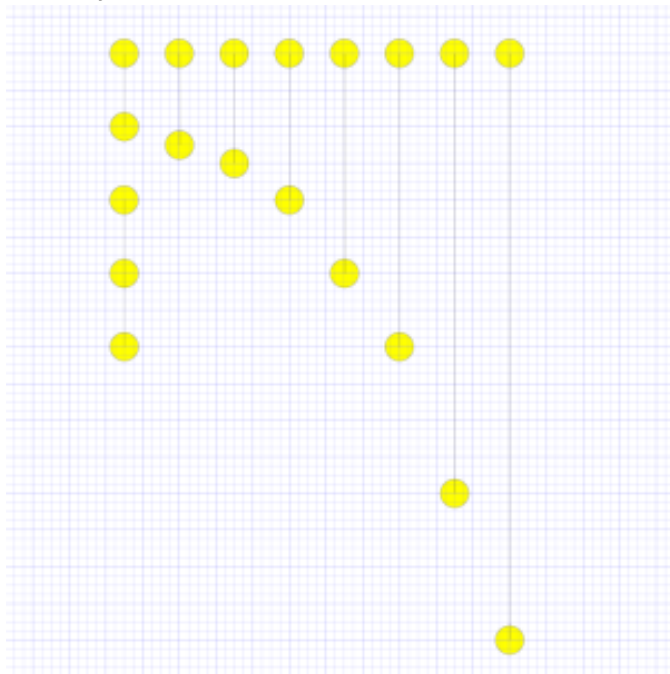
V tom som importoval pootáčanú fotografiu strany spojov, nastavil pomocné pravítka programu a zmenil jej veľkosť tak, aby zodpovedala zadanému rozmeru. Následne som si ju zamkol proti nechcenému posunutiu.

Potom som pomerol rozteč vývodov súčiastok a to aj medzi jednotlivými súčiastkami z čoho mi vyšlo, že pri návrhu bol použitý palcový raster.

Prejaví sa to samozrejme až pri viac vzdialených vývodoch.
Rozdiel 5.00 a 5.08 z fotografie ide ťažko odmerať.
V programe som preto nastavil mriežku na 0.3175mm a začal kresliť.

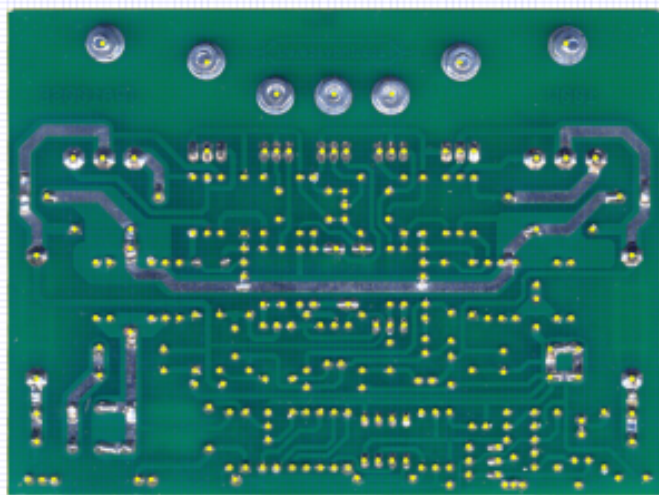
Prvý bol obrys DPS - ako obdĺžnik s rozmermi.

Následne som si vytvoril na novej vrstve sadu pomocných geometrických zoskupení predstavujúcich použité vývody súčiastok.
Napríklad rezistor ako dva krúžky vzdialené 10.16 mm pričom ich stredy sú prepojené priamkou, aby som videl, že súčiastka končí v týchto bodoch.



Objekty som zoskupil do skupiny aby sa s nimi ľahšie manipulovalo. Takúto skupinu som potom položil na miesto reálneho rezistora - fotografia teraz slúžila ako podklad.

Objekty som ale ukladal už na nastavenú mriežku.



Vlastne ani nebolo nutné takto sa hrať s každou súčiastkou - stačia iba niektoré ale už keď som bol rozbehnutý, tak som porobil všetky.

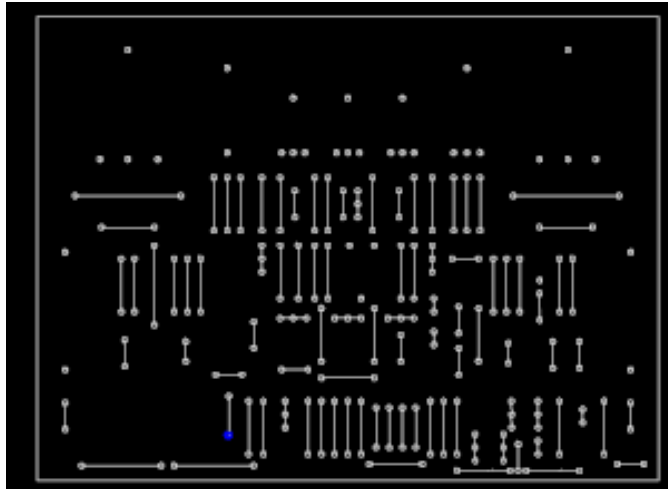
Potom stačilo vypnúť prvú vrstvu - tú s obrázkom a bolo pekne vidieť rozloženie súčiastok na DPS ale už vo vektoroch - o čo mi vlastne išlo od začiatku použitia Inkscape.

Teda aspoň nepoznám lepší spôsob ako previesť fotografiu do vektora tak, aby bola použiteľná ako import pre návrhový systém DPS. Tento spôsob kreslenia DPS som vlastne robil prvý krát.

Ok. mal som teda vektorový formát, nasledoval export do dxf formátu aby ho bolo množné "natiahnuť" do programu pre návrh DPS ako podklad pre rozloženie súčiastok.

Teoreticky je možné takto preniesť aj motív spojov samotných, ale to už sa mi zdalo moc pracné na to, že tento DPS vlastne nie je moc zložitý.

Exportovaný DXF súbor:



Voľba systému pre návrh plošných spojov.

Táto voľba v realite bola už na začiatku práce, ale píšem ju tu, lebo sa mi to zdá lepšie čitateľné.

GIMP a Inkscape sú free open-source nástroje a tak aj program na návrh plošných spojov som chcel použiť nejaký neplatený.

Na výber toho moc nie je, hlavne keď som chcel aj 3D vizualizáciu a nemám rád Eagle.

Mne známe boli už iba KiCAD a CircuitMaker. Žiadne iné extravagantné som ani nehľadal. Voľba padla na CircuitMaker.

Možno zavážil aj fakt, že na stránke [\[url\]](#) je množstvo zverejnených projektor a to sa mi páčilo.

CircuitMaker

Ako som sa už zmienil, schéma pôvodného zapojenia existovala, síce iba vo forme obrázka, ale nebolo treba vytvárať schému z plošného spoja.

CircuitMaker ale nevie nakresliť plošný spoj bez schémy a tak som ju musel aj tak nakresliť.

Kreslenie schémy v tomto programe je naozaj jednoduché, intuitívne a hlavne posúvanie už zapojených prvkov v schéme je jednoduché - spoje sa nerozpoja pri posunutí.

Slabé miesto je knižnica súčiastok. Keď som začal používať jestvujúcu knižnicu, veľmi rýchlo som zistil, že "tudy cesta nepovede".

V circuitMaker programe je polozenie symbolu súčiastky do schémy sprevádzané aj položením footprintu na DPS. Sú previazané.

Keď som teda našiel vhodný footprint, sch. symbol bol zasa zlý a naopak. Tak časom schéma vypadala strašne - boli v nej rôzne symboly rezistorov (americké a európske), skoro každý symbol tranzistora vypadal inak.... no, bolo to škaredé.

A to som niektoré footprinty ani nenašiel v potrebnej rozteči a veľkosti.

Rozhodol som sa teda, že si vytvorím súčiastky svoje.

Táto fáza mi zobrala asi najviac času. CircuitMaker je totiž Cloudový program.

Na lokál sa nainštaluje samotná aplikácia, ale vytváraná schéma, plošný spoj a knižnice súčiastok sú uložené na cloude. Takže kopírovanie a duplikovanie nefunguje jednoducho. Vlastne vôbec.

Naviac súčiastky asi prechádzajú nejakým schvaľovacím procesom (fakt neviem ako to funguje). Proste, ak si chcem vytvoriť súčiastku, neviem ju uložiť do všeobecne prístupných knižníc, ktoré sú delené podľa funkcií.

Môžem si ju uložiť len ako "Favorite" knižnicu, ktorú vidím len ja po prihlásení. Teda do nejakej "svojej" knižnice, ktorá ale ne je triedená pomocou kategórií.

Naviac sa súčiastka nedá klonovať, takže každú jednu treba vytvoriť od piky. A to symbol, aj footprint.

Toto je strašne zlé.

Ale dal som sa na boj, tak bolo treba zotrvať.

Súčiastky som teda povytváral, footprinty tiež, 3D modely buď našiel alebo vytvoril generické (to ide celkom dobre) ale jedna - tá bola problém.

Cievka

Nájsť 3D model cievky bez jadra s danými rozmermi sa mi nepodarilo, a vytvoriť ju v programe CircuitMaker nešlo. Bola príliš zložitá.

Tu mi pomohol [Mautin98](#), ktorý to sfúkol za pár chvil'. Čo povedať - je šikovnejší.

Pri tvorbe súčiastok som sa snažil aj doplniť objednávacie kódy predajcov. Takto som napríklad zistil, že použité relé sa už nedá kúpiť a tak som ho zamenil za parametrovo podobné.

Návrh plošného spoja

Nejednalo sa teda celkom o návrh, pretože šlo v podstate o prekreslenie. Fáza navrhovania tuto nebola (to čo mám najradšej).

Ďalším krokom po tvorbe schémy bolo importovať DXF z Inkscape s rozložením komponentov a obrysom DPS do programu CircuitMaker.

Toto je (naozaj) šikovne skryté pod funkciou: "Project" -> "Add existing document", kde sa otvorí dialóg na pridanie súboru, no v ponúkaných extensions žiadne DXF nie je.

Nevadí, treba zvoliť "All files" a milé DXF-ko tam proste natlačiť. Logické však?

DXF som takto importoval do editora DSP do mechanickej vrstvy (ktorú som si predtým vytvoril).

Zostalo už iba poukladať súčiastky na importované terčiky. Závažka.

Teda skoro.

Pri ukladaní už gumovými spojmi prepojených footprintov mi to nejak nevychádzalo. Spoje šli inam než na reálnej DPS. Teda na fotke.

Kontroloval som to viackrát no nakoniec som uznal, že schéma nie celkom korešponduje s reálnym výrobkom.

Boli to drobnosti, no nechápem prečo to autori neopravili. Schéma je na niečo vymyslená a teda by mala vždy odzrkadľovať reálny stav zapojenia zariadenia!

Schému som nakoniec upravil podľa reálneho stavu. To bola už druhá zmena voči pôvodnému zariadeniu.

Následne som ešte vymenil footprinty výkonových rezistorov, lebo podľa fotografie a rozpisky použitých súčiastok, boli pôvodne navrhnuté rezistory zle nakreslené,

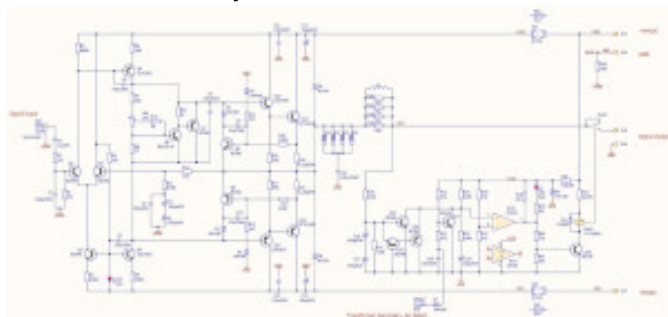
a rozteč vývodov bola príliš malá takže reálne použité rezistory tam boli "natlačené". Bolo treba mierne upraviť aj routing a ostatné súčiastky na DPS poposúvať.

Keď som sa už rozhodol robiť zásahy do vedenia cestičiek, tak som pridal aj mechanické otvory na uchytenie DPS. V originále neboli.

To vyžadovalo ďalšie posúvanie súčiastok.

Viac zásahov som nechcel robiť (a nutkanie bolo!) aby sa úplne nerozbiel návrh. Pri tomto audio zosilňovači bol už nejak odskúšaný tak som to nechcel zásadne meniť.

Finálna verzia schémy:



Curved trace

Nie je nadávka, ale výraz pre zaoblené cestičky na plošnom spoji. CircuitMaker a jeho router disponuje aj týmto režimom kreslenia, tak som ho chcel vyskúšať.

Prepína sa to jednoducho - pri routovaní stačí prepínať režim pomocou Shift+Space.

No musím uznať, že CircuitMaker má tento režim veľmi dobre prepracovaný. Polomer použitého oblúka sa počas routovania dá meniť pomocou ",", alebo "." a je taký nejaký polointeligentný.

Neviem ako to správne pomenovať, ale ako keby vedel čo chcem spraviť.

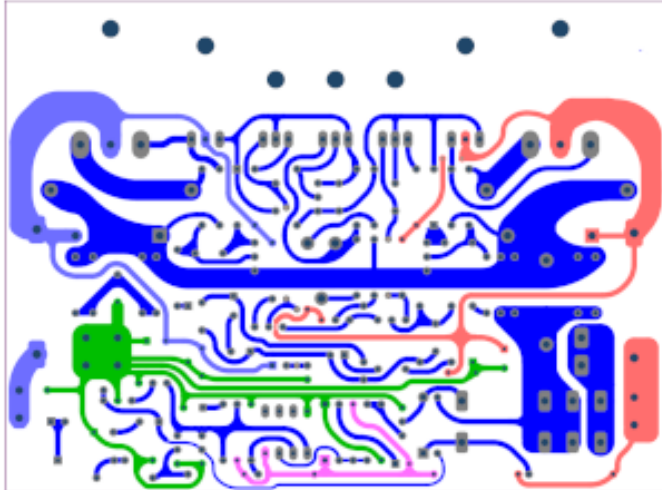
Dokonce aj posúvanie už nakreslených spojov je tak, že daný spoj nerozbije na oblúky ale drží ho pohromade a mení polomery

daných oblúkov.

Programátori sa s tým zrejme vyhrali.

Nebudem to naťahovať - funkcia sa mi tak zapáčila a tak ľahko sa s ňou kreslilo, že som prerobil celý návrh - teda ostré uhly spojov na oblé a mierne "roztečené", ako si ich pamätám zo starej elektroniky.

Výsledok posúďte sami (farebne sú odlíšené napájacie vetvy).



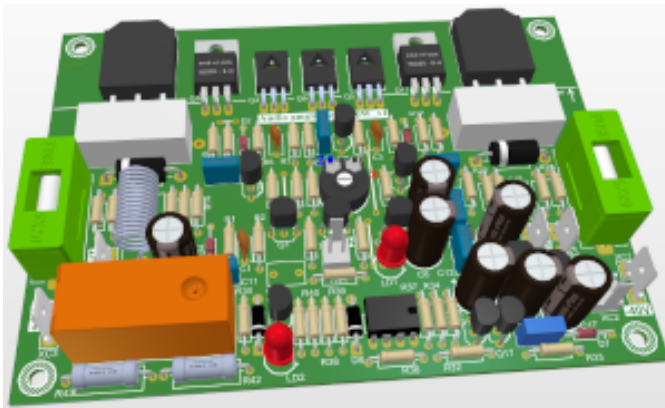
Ešte mám v pláne nakresliť bodkovane na stranu popisu aj jednotlivé cestičky. Aj to sa v minulosti používalo.

A keby sa dal DPS vyrobiť na ten lisovaný smradľavý papier - to by bolo už total recall retro!

Späť na zem.

PCB bol teda vytvorený, 3D model tiež, vygenerovaný zoznam materiálu vypadal dobre, dáta som teda poslal zadávateľovi.

Render 3D modelu DPS:



Ten bol s plošákom spokojný, hlavne teda keď prišiel z výroby (čína) a po osadení fungoval ako mal.

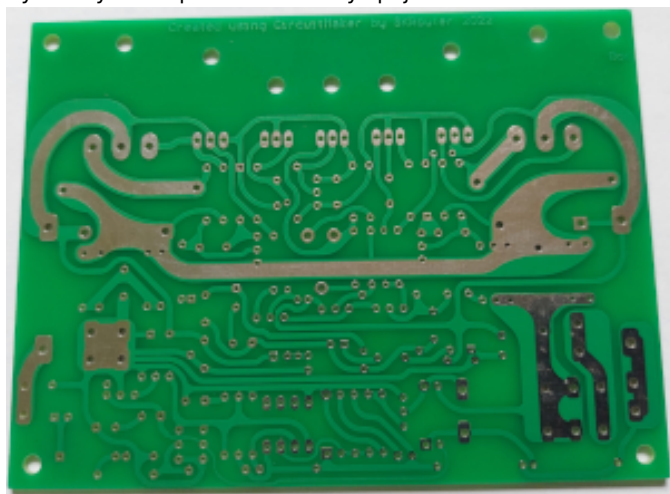
Vlastne na toto som čakal aj ja - či je všetko v poriadku.

Výsledok vidíte na fotografiách.

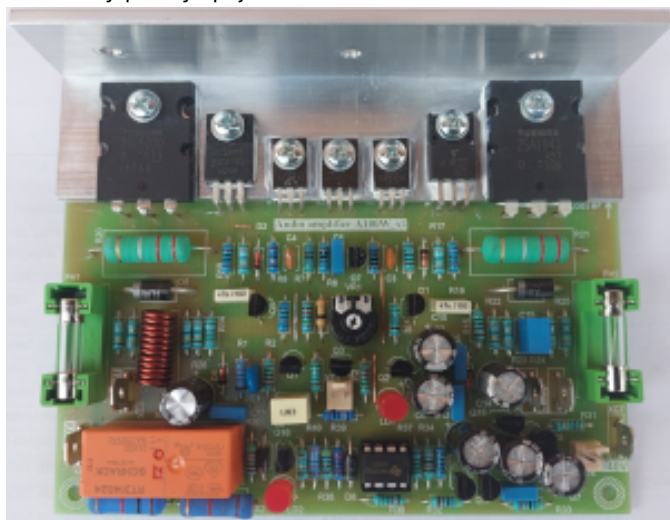
Vyrobený DPS - pohľad zo strany súčiastok:



Vyrobený DPS - pohľad zo strany spojov:



A osadený plošný spoj:



Pridám ešte komentár od zadávateľa:

"Konečne sa mi podarilo skompletizovať súčiastky, dosku som objednal z JLCPCB, prišlo to za cca dva týždne v celkom dobrej kvalite.

Osadil som to a odskúšal. Všetko je Ok.

Boli trochu problémy s tými tranzistormi, tie pôvodné sa už nedajú zohnať, na ebay sa ešte dajú zohnať komplementárne dvojice NJW0281 s NJW0302, ale skúsil som z Franelu TTC5200 s TTA1943 od Toshiby, aj s označením 2SA1943 s 2SC5200, asi je to to

isté, len tie prvé asi robia japonci.

A ešte v BOM bude dobrá jedna zmena: budiace tranzistory 2SC4793 s 2SA1837 zameniť za MJE15032G a MJE15033G. Sú na tom výkonovo lepšie a zdá sa mi, že aj z hľadiska tepelnej stability to bude lepšie. "

Takže ešte túto zmenu tranzistorov zanesiem do ďalšej revízie projektu.

p.s. Celú prácu som robil bezplatne s použitím free nástrojov pre vyplnenie zimného voľného času 😊

Odkazy

Stránka projektu na [CircuitMaker Workspace](#)

Projekt na [Altium365 \(interaktívny, vyžaduje registráciu\)](#)

Podklady pre výrobu DPS (+schéma a 3D model): [FAB-A100W-A.2.rar](#)

Podklady pre osadenie DPS (zoznam materiálu, osadzovacie výkresy): [PCBA-A100W-NOVARIATIONS-A.2.rar](#)

Podklady priamo pre JLCPCB (Gerber+DRILL): [JLCPCB-A100W-A.2.rar](#)

Podklady nájdete aj na [google drive](#)

Komentár admina

Tento článok som na stránke MZ zverejnil aj napriek tomu, že neobsahuje žiadnu programovateľnú súčiastku a to z viacerých dôvodov. Ale najmä pre použitý nástroj CircuitMaker.

Ako dlhoročný používateľ programu Altium Designer, môžem CM len odporučiť. CircuitMaker využíva okresané funkcie práve Altium Designer-a.

Ich router je fakt dobrý a je radosť s ním pracovať. Čo sa týka samotného programu CircuitMaker, daň za to že je free je obmedzená funkcionálnosť, hlavne čo sa týka knižníc. Neviem síce čo tým autori mysleli, ale duplikovanie alebo kopírovanie súčiastok tam naozaj nefunguje. Práca s užívateľskými mechanickými vrstvami je tiež bída, nehľadiac na to, že ich počet bol zredukovaný na 16.

Napriek tomu, CM sám používam, hlavne na vizualizáciu DPS.

Skrátený priamy odkaz na článok: <https://bit.ly/3HNq8ae>