

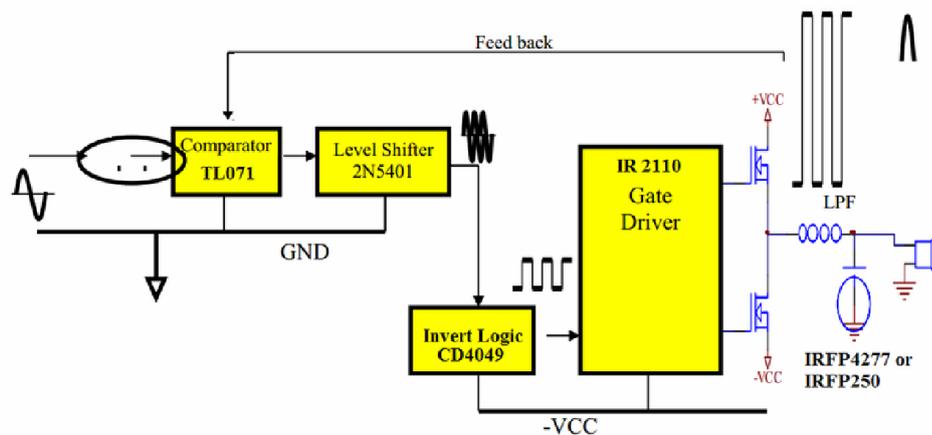
IRS-900D Class-D Amplifier Tutorial

Oleh: kartino@yahoo.com

Konsep Class-D Amplifier

Dalam satu dekade terakhir, dalam dunia audio power amplifier telah tersedia produk komersial untuk audio amplifier jenis baru yaitu Amplifier Class-D. Berbeda dengan Class-A, B, AB, dimana sinyal masuk langsung dikuatkan dalam bentuk sinyal suara asli, dalam Amplifier Class-D, dilakukan pencacahan sinyal suara yang masuk namun masih tetap dalam metode analog, lalu sinyal dikuatkan. Pada tingkat akhir amplifier, sinyal tercacah tersebut dikembalikan menjadi sinyal suara dengan menggunakan induktor-kapasitor (L-C) filter.

Konsep Class-D yang akan dibahas disini menyesuaikan dengan skema yang akan kita ambil sebagai contoh design berikutnya, adalah desain Class-D dengan blok diagram adalah sebagai berikut:



Gambar.1 – Blok Diagram Class-D

Secara singkat, self oscillating Class-D bekerja dengan internal loop feedback, dimana **feedback** loop terdapat rangkaian R-C yang akan membuat rangkaian berosilasi sendiri, menjadi generator sinyal gergaji. Sinyal gergaji ini akan dibandingkan dengan sinyal masukan audio oleh **Comparator** IC TL071.

Sinyal keluaran dari Comparator IC berupa sinyal audio yang sudah dicacah oleh sinyal gergaji, sehingga menjadi sinyal slope dengan komposisi waktu ON-OFF menyesuaikan dengan level sinusoidal dari sinyal masukan. Tegangan sinyal slope ini referensinya ke ground (GND) dan karakteristiknya masih belum memenuhi kriteria masukan menuju gate driver IC. Sementara gate driver IC menggunakan referensi tegangan ke $-VCC$. Jadi untuk itu diperlukan **level shifter** berupa PNP transistor 2N5401 dan **Invert logic IC** CD4049.

Sementara gate driver juga membutuhkan dua sinyal input yaitu high-gate dan low-gate. Comparator IC yang memiliki satu keluaran, oleh **Invert logic IC** digandakan menjadi dua keluaran, dimana satunya adalah inverting hingga dihasilkanlah low-gate and high-gate output yang sesuai untuk masukan gate driver IC. Gate driver IC siap menggerakkan mosfet power.

Output dari power mosfet yang secara ON-OFF identik dengan output Comparator. Dan sudah dijelaskan sebelumnya output comparator sendiri menyesuaikan dengan input sinusoidal audio. Jadi dari comparator menuju mosfet ini di atas kertas tidak akan terjadi distorsi. Tidak ada efek-efek khusus yang perlu diperhatikan yang bisa menyebabkan cacatnya suara yang diakibatkan oleh amplifikasi sinyal.. Sementara Comparator, Level shifter, Logic IC, dan gate driver IC bekerja pada tegangan 12 Volt, tegangan mosfet bisa sangat variatif dan sangat lebar, bebas di tegangan SOA mosfet. Pada akhirnya, batas tegangan final ini menjadi batas clipping sebuah ampli Class-D.

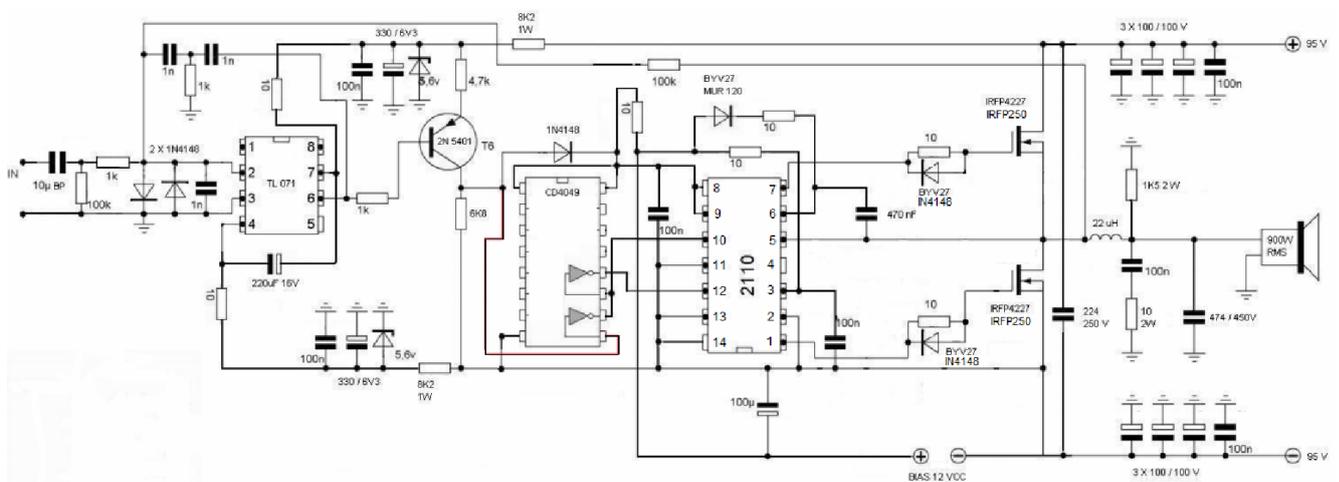
Output final mosfet ini agar kembali menjadi sinyal suara maka dilakukan dengan Low Pass Filter (LPF). Dengan komposisi besar induktor dan kapasitor yang tepat maka sinyal slope tadi bisa di konversi kembali menjadi sinusoidal. Memang tidak sempurna layaknya sinusoidal pada Class-A maupun Class-AB. Akan tetapi harus diingat bahwa speaker adalah peralatan mekanika dinamis. Efek-efek fisika mekanika dari speaker sendiri justru menyebabkan kesempurnaan output Class-D audio menjadi tidak berarti.

Implementasi Skema

Ada banyak rancangan skema Class-D Amplifier yang bisa ditemukan dari internet. Kali ini yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah Self Oscillating Cass-D Amplifier IRS-900D. Skema ini beredar di internet, dan cukup bagus, bisa diimplementasikan dan memiliki kemampuan output sampai 900 Watt pada 4 ohm, sebuah kemampuan yang cukup besar. Dipilihnya skema ini dikarenakan menyesuaikan dengan ketersediaan komponen dan teknologi PCB yang tersedia di Indonesia.

Untuk membuat Class-D yang bagus dan bermutu tinggi sangat dibutuhkan mutu komponen yang bagus dan lay-out PCB yang sesuai untuk high-frequency switching. Namun, untuk dengan keterbatasan ini walaupun tidak bisa dihasilkan mutu yang sesuai dengan kriteria industri tapi masih sangat memuaskan bila dibandingkan dengan kelas-kelas rakitan Class-AB yang banyak dijual di pasaran.

Berikut adalah skema yang mengaplikasikan design dan konsep yang sudah diterangkan di atas. Resolusi gambar yang lebih besar dilampirkan di halaman belakang bersama PCB layout.



Gambar.2 – Skema Audio Amplifier Class-D IRS-900D

Cara bekerja skema di atas seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Rangkaian di atas memakai catu daya +/- 100V DC. Disamping itu juga 12 Volt catu daya terpisah diperlukan untuk menggerakkan gate driver IC IR2110. Pertimbangannya dibuat terpisah adalah karena akan lebih menyederhanakan skema.

Dengan rangkaian di atas, cocok untuk peruntukan dari subwoofer sampai mid-hi. Peruntukan tersebut tidaklah mengecewakan, mengingat di pasaran kit rakitan tingkat 900 Watt memang umumnya diperuntukkan untuk aplikasi Subwoofer sampai Mid-Hi.

Modifikasi dapat dilakukan untuk meningkatkan performa. Misalnya dengan menaikkan kemampuan frekuensi osilasi. Dalam Class-d self Oscillation, kecepatan frekuensi osilasi ditentukan oleh efek kecepatan on-off dari closed loop feedback yang melibatkan keseluruhan komponen di dalam feedback loop. Peningkatan bisa dilakukan dengan mengganti OP Amp comparator dengan kemampuan lebih tinggi, misal dari Burr-Brown. Dan yang utama adalah mosfet power, dimana bisa dipilih produk dengan gate capacitance yang rendah dari IXYS, atau merek lain dengan generasi yang lebih maju. Yang harus diperhatikan adalah gate capacitance yang terkecil dan kecepatan switching tertinggi, serta tentu saja SOA yang besar.

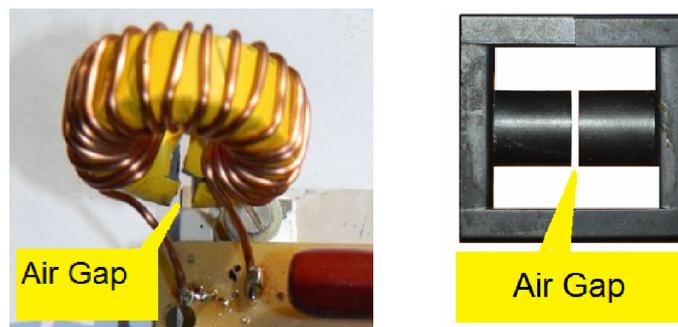
LPF Filter

LPF filter yang harus diperhatikan adalah inti harus cocok untuk frekuensi tinggi. Untuk sebuah Class-D amplifier induktor tanpa air gap harus berjenis iron-dust. Iron dust mempunyai kemampuan magnetik tertinggi dengan losses terendah. Sayangnya jenis ini belum tersedia di pasar elektronika rakitan.

Alternatifnya adalah ferrite core. Meski juga masih susah ditemukan di pasar elektronika, tetapi ferrite core bisa didapat dari inti PSU atau filter. Filter output PSU juga bisa digunakan. Besar penampang inti ferrite baik EI maupun toroid sama saja, kurang lebih 1cm² per 300W. Bila lebih tinggi output amplifier, bisa menggunakan inti yang dirangkap. Lilitan harus serapat mungkin dengan inti

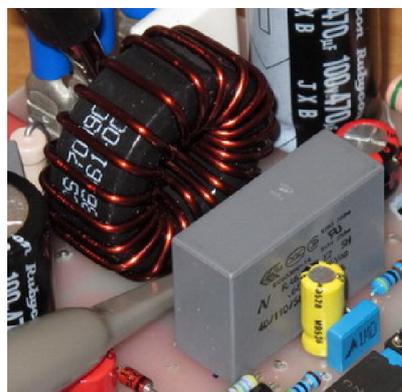
Namun, untuk bisa digunakan, jenis ferrite core harus dibuat air gap untuk menaikkan kemampuan magnetik, yaitu dengan jalan memutus lingkaran toroid dengan gergaji besi atau memotong inti untuk EI Core. Karena tidak ada data pabrikan maka untuk menentukan jumlah lilitan yang optimal hanya bisa dilakukan dengan coba-coba. Jumlah lilitan dengan inti ferrite air gap harus dicoba dari yang tertinggi ke terendah antara 45-22 kali dengan kawat diameter 1-1.5mm.

Fungsi air gap adalah meningkatkan kapasitas magnetik dari inti untuk menaikkan nilai saturasi. Bila tidak cukup besar nilai saturasi dari inti besi maka koil induktor beserta inti akan menjadi sangat panas pada beban tinggi. Namun dengan adanya air gap ini juga membuka peluang kebocoran elektromagnetik (EMI) yang mungkin keluar ke jarringan. Gambar dibawah adalah contoh material yang bisa digunakan:



Gambar.3 – Alternatif Inductor

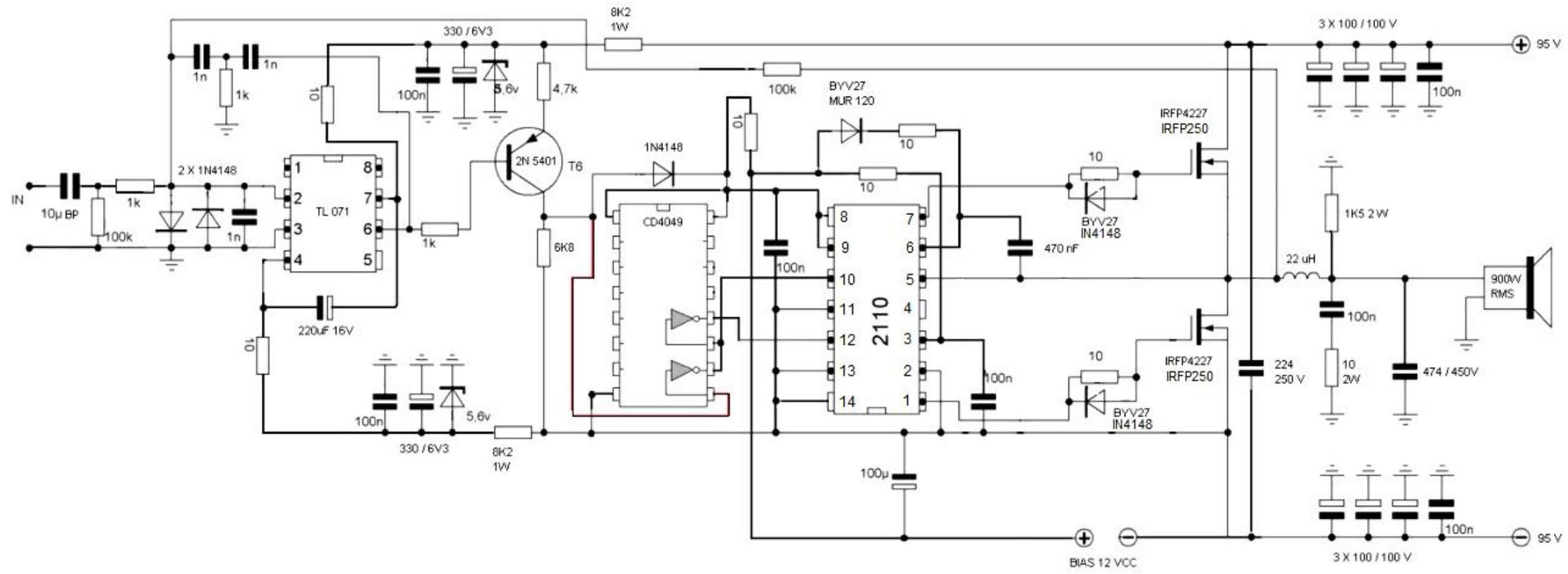
Untuk kapasitor karena bekerja pada frekuensi tinggi maka dipilih jenis non polar dengan kemampuan charge-discharge yang tinggi dan juga tegangan kerja yang cukup tinggi. Kapasitansnya berkisar 680n – 1uF 600V non polar.

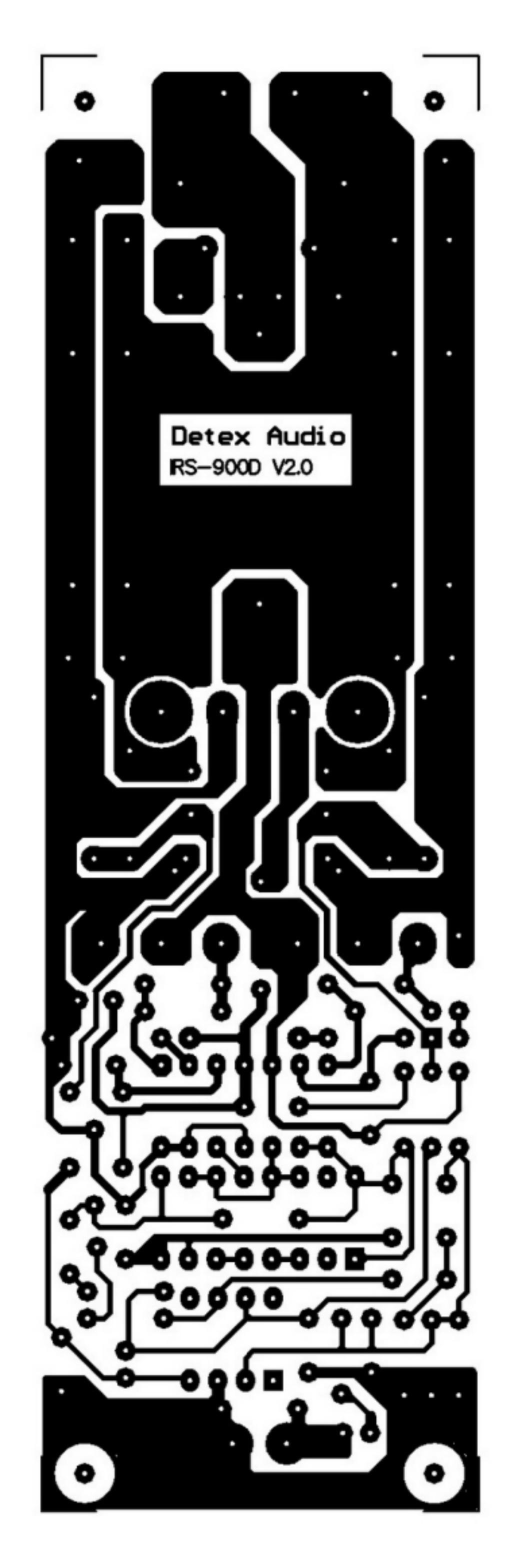


Gambar.4 - Output Capacitor dan Inductor

Lampiran

**Skematik
PCB Layout
Komponen Layout**

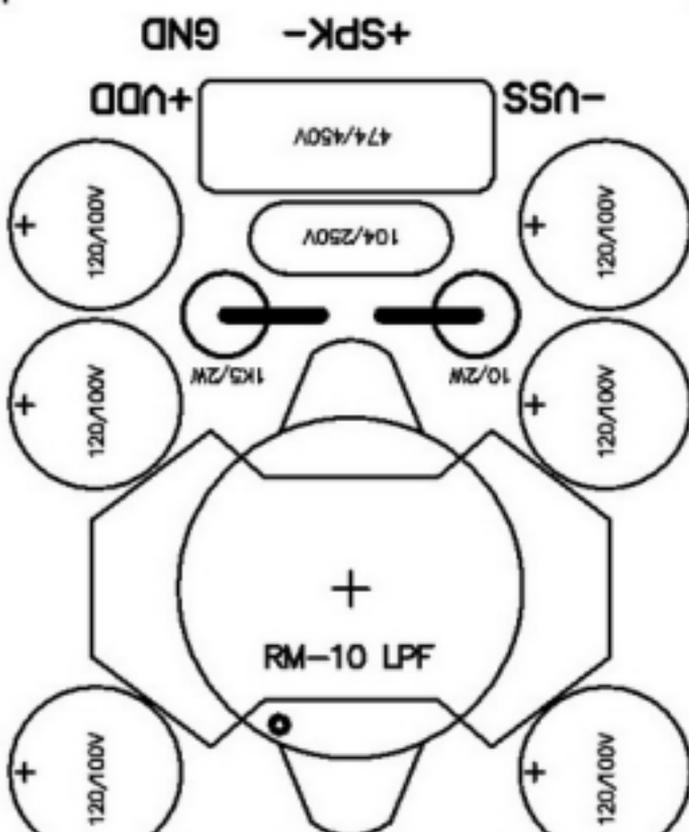




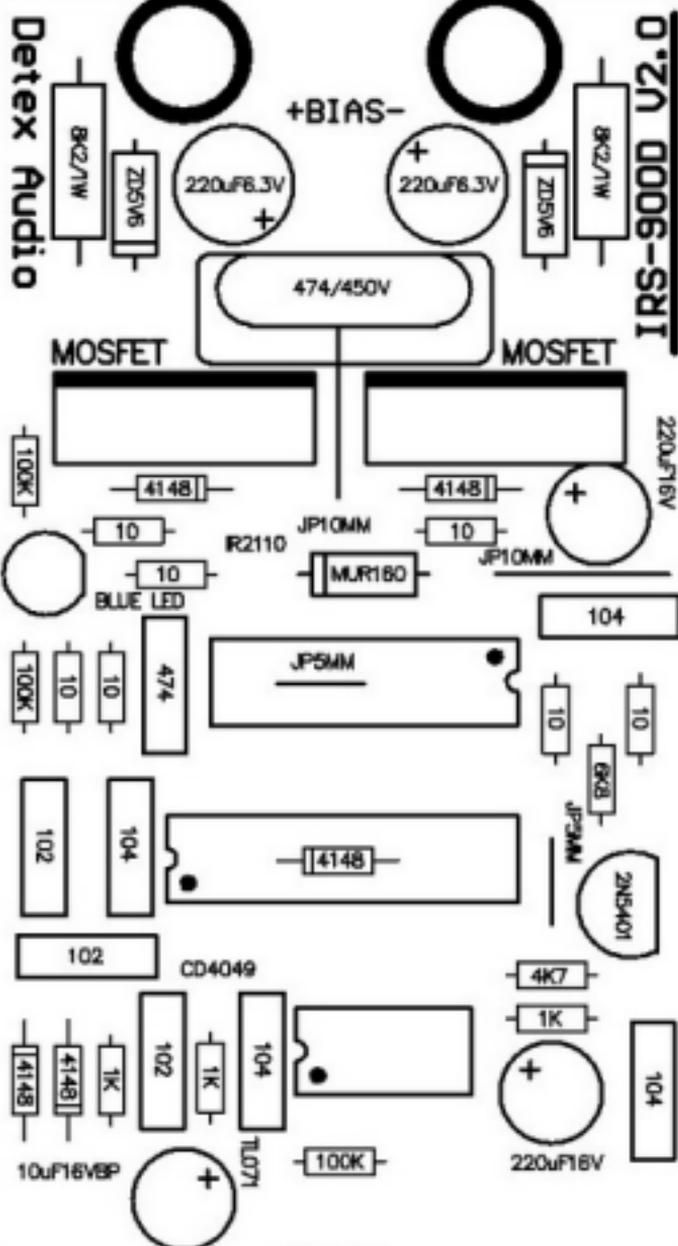
Detex Audio
RS-900D V2.0

IRS-900D V2.0 x 500pcs.

40MM



CAUTION!!! BIAS SUPPLY REFERENC TO -VSS



Detex Audio

IRS-900D V2.0

135MM

+INPUT-
900W HIGH DEFINITION CLASS D AMP