



### Cuprins

Prezentare Proiect	
Fișa de Asamblare	
1. Funcționare	2
2. Schema	2
3. Lista de componente	3
4. PCB	3
5. Tutorial: Clasele Amplificatoarelor	4 - 8

# LM3886 POWER AMPLIFIER

- Avantaj Pret/Calitate
- Livrare rapida
- Design Industrial
- Proiecte Modificabile
- Adaptabile cu alte module
- Module usor de asamblat
- Idei Interesante

Idei pentru afaceri

Hobby & Proiecte Educationale

**O variantă tipică de aplicație după indicațiile fabricantului National Semiconductor.**

**Caracteristici:**

- Putere **56W/8Ω;**
- Protecții **suprasarcină, temperatură și scurtcircuit;**
- Alimentare diferențială **20-8V<sub>cc</sub>;**
- Distorsiuni THD **tipic 0,03 %.**

**Principiul de funcționare**

Pe lângă toate protecțiile (termică, scurt la ieșire) are și un detector de sarcină, astfel că sub 0.5Ω circuitul este dezactivat. Condensatoarele de intrare și cele de decuplare pe alimentare sunt mult reduse față de ceea ce ne așteptăm (tocmai datorită măsurilor de protecție la oscilație ce s-au luat prin proiectare).

Puterea pentru LM3886T este de 125W, însă disiparea puterii este derivată din rezistența termică a joncțiunii la carcasă,  $\theta_{JC} = 1^\circ\text{C} / \text{W}$ , temperatura maximă a joncțiunii,  $T_J = 150^\circ\text{C}$  și temperatura ambianta  $T_A = 25^\circ\text{C}$ . Cerințele de reducere a temperaturii se bazează pe acești parametri, pentru ca circuitul să nu intre în protecție termică (TSD). Circuitele de protecție termică sunt activate la  $T_J = 150^\circ\text{C}$ .  
Calculul puterii:

$$P_{d\max} = \frac{V_{cc}^2}{2\pi^2 R_L}$$

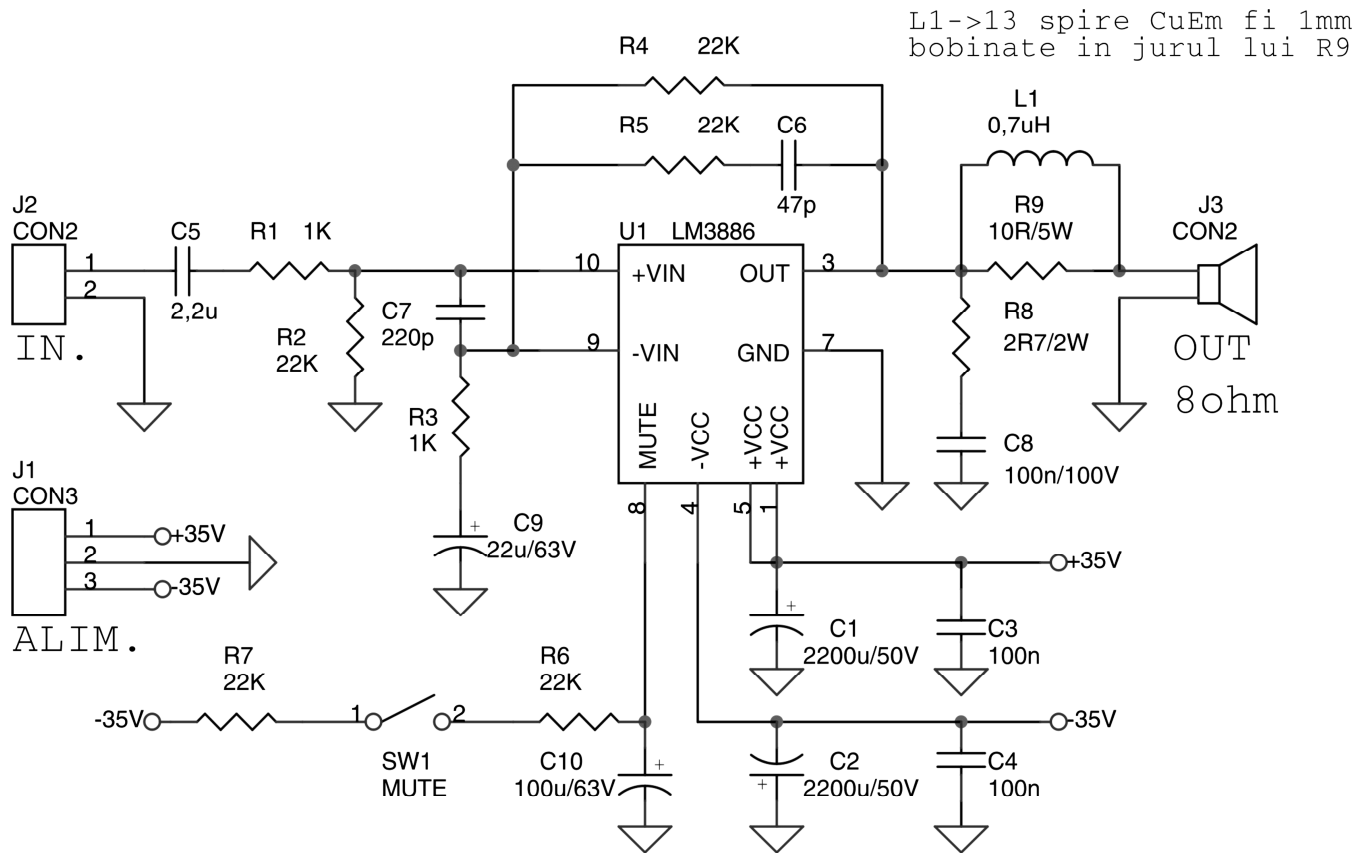
Pentru  $V_{CC} = \pm 28\text{V}$ ,  $R_L = 4\Omega$

$$P_{d\max} = \frac{V_{cc}^2}{2\pi^2 R_L} = \frac{(\pm 28\text{V})^2}{2\pi^2 4\Omega} = 39.7\text{W}$$

Pentru  $V_{CC} = \pm 35\text{V}$ ,  $R_L = 8\Omega$

$$P_{d\max} = \frac{V_{cc}^2}{2\pi^2 R_L} = \frac{(\pm 35\text{V})^2}{2\pi^2 8\Omega} = 31.00\text{W}$$

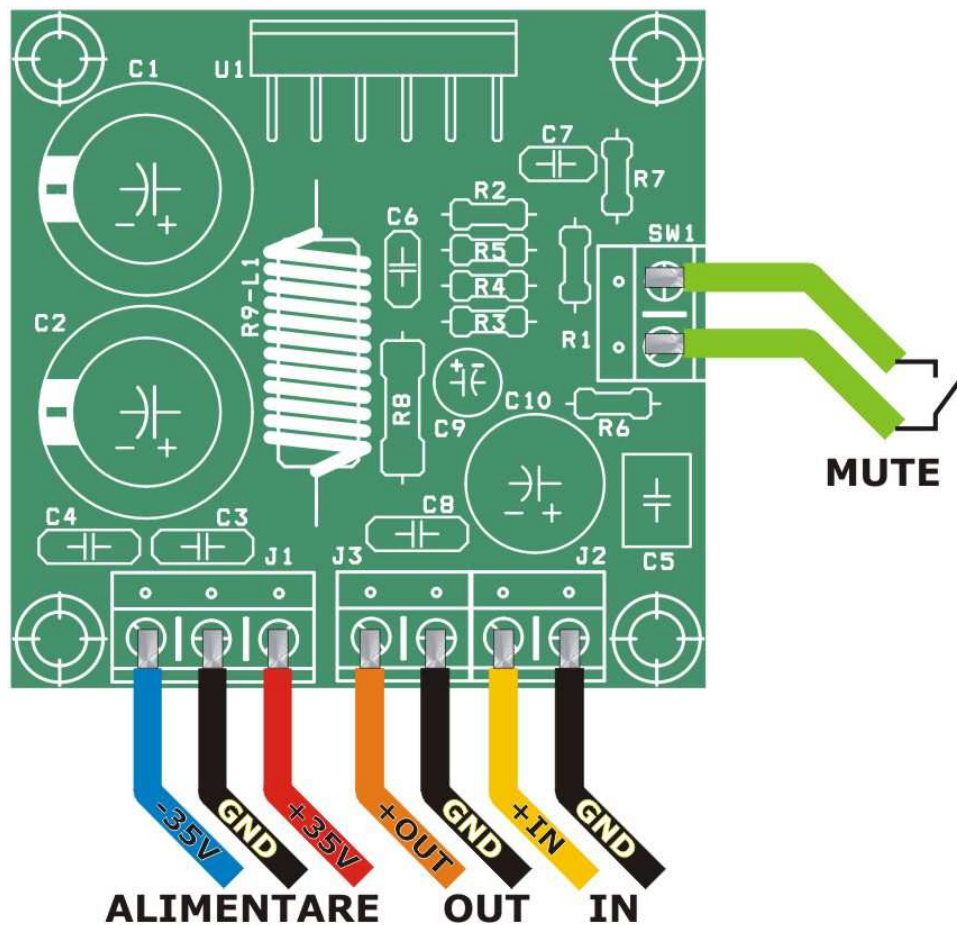
Circuitul este fabricat după indicațiile fabricantului privind amplasarea componentelor și traseele de masă.



**Schema internă**

## Lista de componente

Nr.Crt.	Componenta	Denumire	Valoare	Cant
1	C1,C2	Condensator pol.	2200 $\mu$ F/50V	2
2	C3, C4, C8	Condensator nep.	100nF/100V	3
3	C5	Condensator nep.	2,2 $\mu$ F	1
4	C6	Condensator nep.	47pF	1
5	C7	Condensator nep.	220pF	1
6	C9	Condensator pol.	22 $\mu$ F/63V	1
7	C10	Condensator pol.	100 $\mu$ F/63V	1
8	J1	Conector	CON3	1
9	J2, J3, SW1	Conector	CON2	3
10	L1	Bobină	13 spire (CuEm F1 1mm) Bobinate în jurul R9	1
11	R3,R1	Rezistență	1K $\Omega$	2
12	R2, R4, R5, R6, R7	Rezistență	22K $\Omega$	5
13	R8	Rezistență	2,7 $\Omega$ /2W	1
14	R9	Rezistență	10 $\Omega$ /5W	1
15	U1	C.I.	LM3886	1



### Amplasarea componentelor

Acest produs se livrează în varianta circuit imprimat, circuit imprimat + componente sau în varianta asamblată în scopuri educaționale.

ă doriți să aflați mai multe despre produsele noastre, vizitați situl [www.epsicom.com](http://www.epsicom.com)

Dacă ați întâmpinat probleme cu oricare dintre produsele noastre sau dacă doriți informații suplimentare, contactați-ne prin e-mail [office@epsicom.com](mailto:office@epsicom.com)

Pentru orice întrebări, comentarii sau propuneri de afaceri nu ezitați să ne contactați pe adresa [office@epsicom.com](mailto:office@epsicom.com)

31 Sararilor Street | 200570 Craiova, Dolj, Romania | 0723.377.426, 0743.377.426

## Analiza termica

Tensiunea și curentul nominal ale unui semiconductor de putere sunt de obicei primele specificații luate în considerare la proiectarea amplificatoarelor de mare putere. Același lucru este valabil și pentru un amplificator de putere monolitic integrat. Dacă circuitul este folosit peste valorile specificate, problemele de disipării temperaturii devine critică.

Sunt de remarcat două aspecte majore:

1. Analiza de disipării puterii maxime a fost luată în considerare folosind surse de alimentare stabilizate. Pentru analiză este testat cel mai rău caz de disipare a puterii la o tensiune constantă de alimentare. Dacă se utilizează o sursă de alimentare nestabilizată, tensiunea fără sarcină va fi ceva mai mare (15% –35%), determinând disiparea maximă a puterii mai mare decât se aștepta.

2. În aplicația reală „audio”, disiparea medie a puterii muzicale este mult mai mică decât puterea maximă disipată creată de un semnal sinusoidal astfel că circuitul va fi mai rece din cauza disipării mai mici a puterii. Cu toate acestea, atunci când puneți aceste două puncte împreună, acestea se anulează în mare parte, dar numai pentru stimularea muzicii.

Atunci când se face analiza termică a proiectului, tensiunile de alimentare mai mari vor determina creșterea puterii disipate pe circuit.

## Clasele Amplificatoarelor

Amplificatoarele de putere se deosebesc prin modul în care funcționează etajele de ieșire.

Pentru un amplificator ideal principalele caracteristici de funcționare sunt liniaritatea, câștigul de semnal, eficiența (randamentul) și puterea. Fizic însă, la amplificatoare există un compromis între aceste caracteristici.

Sarcina amplificatorului este un difuzor (sau un ansamblu de difuzoare) cu impedanța cuprinsă de obicei între  $4\Omega$  și  $8\Omega$ , astfel că etajul final al unui amplificator de putere trebuie să fie capabil să furnizeze curenți mari pentru a excita bobinele difuzoarelor cu impedanță redusă.

O metodă folosită pentru a distinge caracteristicile electrice ale diferitelor tipuri de amplificatoare este "clasa", astfel că amplificatoarele sunt clasificate în funcție de configurația circuitului și de modul lor de funcționare.

*Clasele Amplificatoarelor* reprezintă suma semnalului de ieșire care variază în circuitul amplificatorului într-un ciclu de funcționare în cazul excitației acestuia cu un semnal de intrare sinusoidal. Clasificarea amplificatoarelor variază de la procesarea integral liniară, utilizat în amplificarea semnalului de înaltă fidelitate care au însă eficiență foarte scăzută, la procesarea integral neliniară, în cazul în care nu este atât de importantă o reproducere fidelă a semnalului dar care au un randament mare, urmând și alte tipuri/clase ce constituie un compromis între cele două.

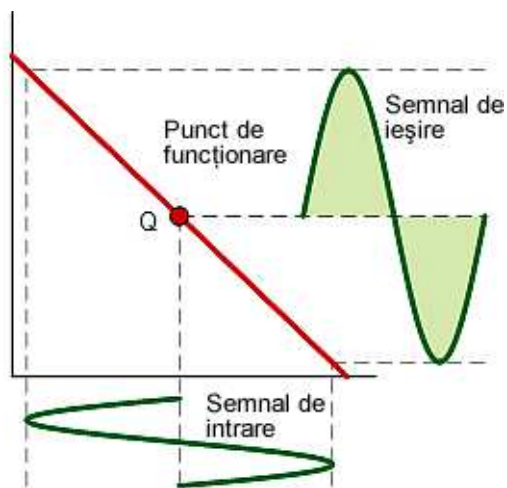
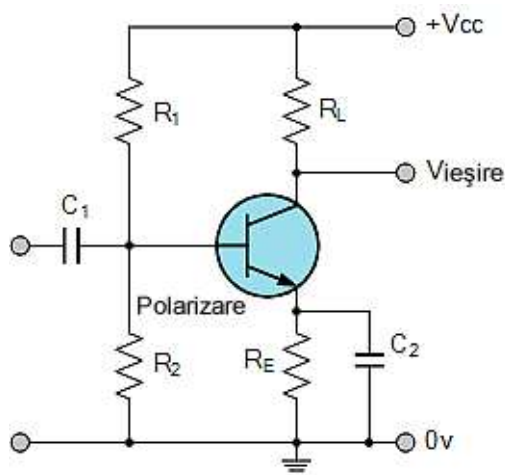
Clasele de amplificare sunt concentrate în principal în două grupe de bază. Cele din prima grupă sunt controlate clasic pe panta de amplificare, cele mai comune clase de amplificare fiind clasele A, B, AB și C, care sunt definite de starea de conducție a finalilor pe o zonă a caracteristicii și implicit a formei de undă de ieșire.

A doua categorie de amplificatoare sunt mai noi, așa-numitele "de trecere", clasele de amplificare de D, E, F, G, S, T etc, care folosesc circuite digitale și modularea în durată a impulsurilor (PWM), prin prelucrarea semnalului "deschis total" sau "blocat total".

Clasele de amplificare cel mai frecvent utilizate sunt cele din gama amplificatoarelor de audiofrecvență, în principal clasele A, B, AB și C și pentru a simplifica, vom analiza numai aceste tipuri de **clase de amplificare**.

### Amplificatorul Clasa A

Amplificatoarele din Clasa A, sunt cele mai utilizate amplificatoare datorită simplității schemei. Clasa A, înseamnă și literal "cea mai bună clasă" de amplificatoare datorită distorsiunilor mici și sunt cotate cu cel mai bun sunet din toate clasele de amplificatoare analizate, cu cea mai bună liniaritate în raport cu celelalte clase, funcționând în porțiunea liniară a caracteristicii. Acestea folosesc un tranzistor (bipolar, FET, etc) conectat într-o configurație emitor comun pentru ambele semialternanțe ale semnalului, prin tranzistor trecând permanent un curent chiar dacă acesta nu primește nici un semnal pe bază. Acest lucru înseamnă că etajul final cu tranzistoare bipolare, MOSFET sau IGBT nu trece în zona de limitare sau de saturație, acestea fiind polarizate astfel încât punctul de funcționare Q să fie situat pe mijlocul dreptei de sarcină. Faptul că tranzistorul nu se blochează niciodată constituie uneori un dezavantaj.



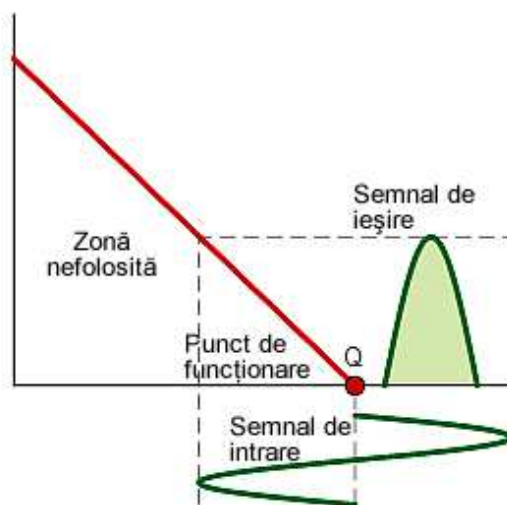
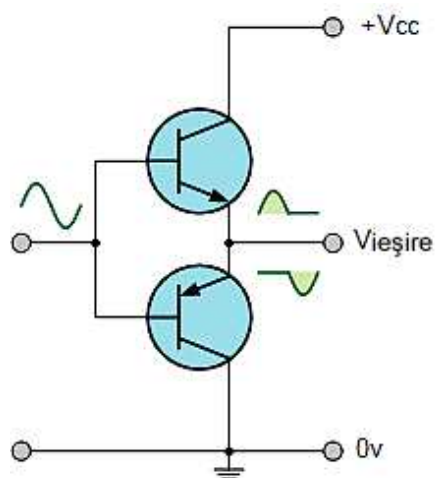
Pentru a realiza liniaritatea și câștigul, etajul de ieșire al unui amplificator din clasa A este polarizat, adică este tot timpul în conducție. Pentru ca un amplificator să fie clasificat în "clasă A", curentul de mers în gol în etajul de ieșire, la semnal zero, trebuie să fie egal sau mai mare decât curentul de sarcină maximă (difuzor), necesar pentru reproducerea semnalului la ieșire. Amplificatorul în clasa A funcționează pe porțiunea liniară caracteristicii, semnalul de ieșire fiind prelucrat în toată evoluția lui de  $360^\circ$  cu un singur tranzistor. Putem echivala amplificatorul în clasa A cu o sursă de curent.

Întrucât amplificatorul clasa A funcționează în regiunea liniară, tensiunea de polarizare a bazei tranzistorului (sau porții) ar trebui aleasă în mod corespunzător pentru a asigura funcționarea corectă, cu distorsiuni minime. Întrucât elementul activ este "deschis" permanent, acesta produce o pierdere continuă a puterii amplificatorului, fenomen ce se manifestă prin disipare de căldură, randamentul acestor amplificatoare fiind scăzut, circa 30%, ceea ce le face imposibil de utilizat ca amplificatoare de mare putere. Datorită curentului mare de mers în gol al amplificatorului, sursa de alimentare trebuie să fie dimensionată corespunzător, tensiunea să fie bine filtrată pentru a evita brumul și amplificarea "paraziților" de pe linia de alimentare. Datorită eficienței scăzute și disipației de temperatură a amplificatoarelor din clasa A, s-au dezvoltat clase noi de amplificare cu randament ridicat.

### Amplificatorul Clasa B

Amplificatoarele clasa B au apărut ca o soluție pentru creșterea randamentului și problemelor cauzate de încălzirea tranzistorilor la amplificatorul clasa A. Un amplificator de clasa B utilizează două tranzistoare complementare, bipolare sau FET, pentru fiecare semiperioadă, configurate într-un aranjament de tip "push-pull", astfel încât fiecare tranzistor amplifică doar jumătate din semnalul de ieșire.

În amplificatorul de clasa B, nu există nici un curent de polarizare pe bază astfel încât curentul de repaus este zero, puterea disipată este mică și, prin urmare, eficiența sa este mult mai mare decât cea din clasa A. Compromisul pentru îmbunătățirea randamentului constă în liniaritatea a tranzistorului în zona de comutare.



Când semnalul de intrare trece în alternanța pozitivă, tranzistorul NPN conduce iar tranzistorul PNP este blocat. Când semnalul de intrare trece este în alternanța negativă, tranzistorul NPN este blocat iar tranzistorul PNP conduce pe porțiunea negativă a semnalului. Astfel tranzistoarele conduc doar jumătate de perioadă, fie pe jumătatea de ciclu de pozitivă sau negativă a

semnalului de intrare. Așadar fiecare tranzistor din amplificatorul de clasă B conduce doar o singură semialternanță sau o perioadă strictă de  $180^\circ$  din semnalul de ieșire, astfel ca cele două semialternanțe se completează împreună pentru a produce un semnal liniar la ieșirea amplificatorului.

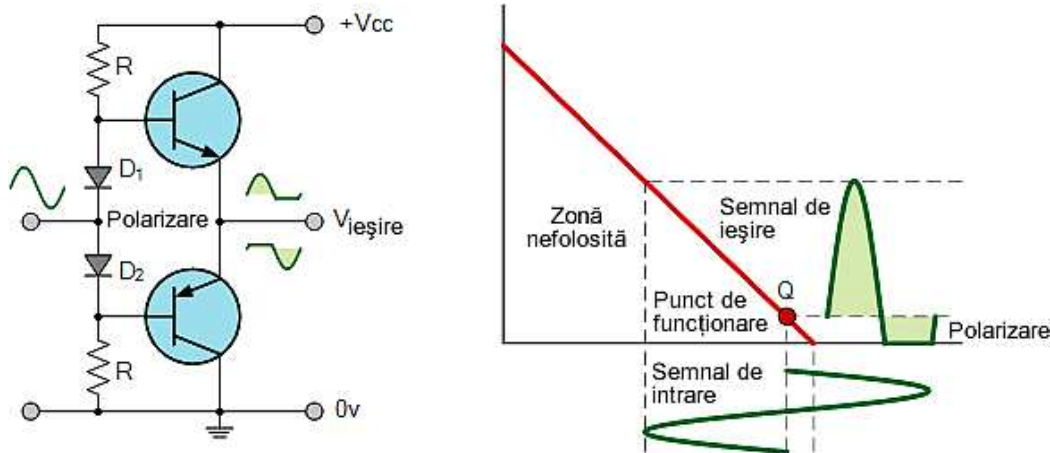
Amplificatorul de acest tip, cu conexiune push-pull, este mult mai eficient decât cel din clasa A, cu randament de 50%. Problema amplificatorului în clasa B este că apar distorsiuni la punctul de trecere prin zero al semnalului ca urmare a unei zone moarte, unde tensiunile de intrare variază de la  $-0,7V$  la  $0,7$  pe bazele tranzistorilor unde ambii tranzistori sunt blocați, ei având nevoie de o tensiune minimă de  $0,7V$  pentru a intra în conducție. Aceasta înseamnă că o parte a semnalului care se încadrează în această zonă de  $\pm 0,7$  volți nu va fi reprodusă cu precizie și nu recomandă amplificatorul de clasă B în aplicații de precizie. Pentru a corecta această deformare a semnalului la trecerea prin zero, cunoscută și sub numele de Crossover Distortion, a fost dezvoltat amplificatorul de clasă AB.

### Amplificatorul Clasa AB

După cum sugerează și numele, **amplificatorul de clasă AB** este o combinație între amplificatoarele de tip "clasa A" și "clasa B" analizate mai sus.

Amplificatoarele de clasă AB sunt unele dintre cele mai utilizate tipuri de amplificatoare audio de putere. Amplificatorul de clasă AB este o variantă a unui amplificator de clasă B, așa cum a fost descris mai sus, cu excepția faptului că ambele tranzistoare pot funcționa, în același timp, în jurul punctului de funcționare sub formă de undă continuă, cu eliminarea problemelor de distorsiune la trecerea prin zero, descris mai sus la amplificatorul de clasă B.

Cele două tranzistoare au o foarte mică tensiune de polarizare, în mod tipic de 5-10% din curentul de repaus pentru a deschide tranzistorii chiar deasupra punctului de trecere prin zero a semnalului, în glumă am putea spune că trece 5% în clasa A. Prin urmare, la amplificatorul de clasă AB fiecare dintre tranzistorii push-pull conduc mai mult de jumătate din semialternanța din clasa B, dar mult mai puțin decât un ciclu complet de conducție ca cel din clasa A. Cu alte cuvinte, unghiul de conducție al unui amplificator de clasă AB este undeva între  $180^\circ$  și  $360^\circ$ , funcție de punctul de funcționare ales, așa cum se vede în graficul de mai jos:

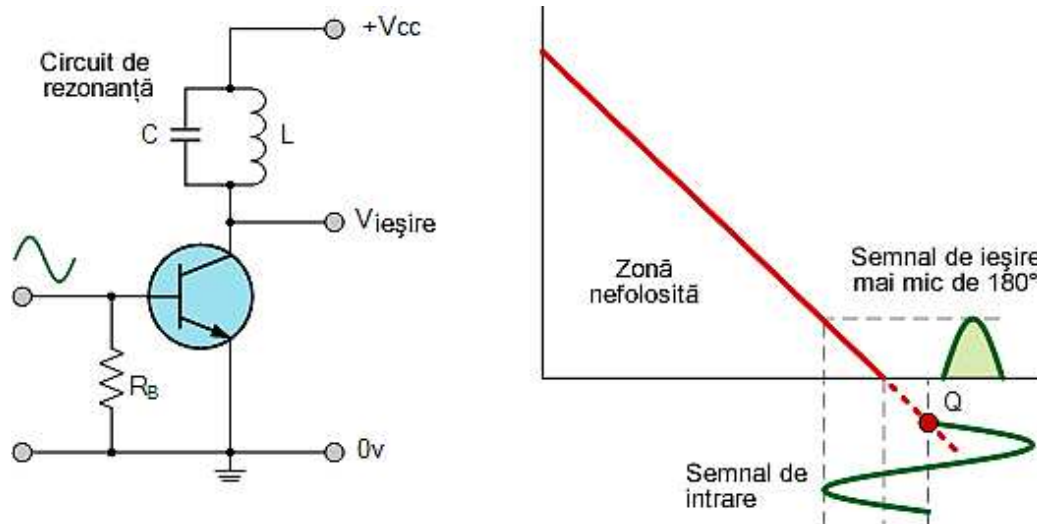


Avantajul acestei mici tensiuni de polarizare, obținută cu diode serie sau rezistențe, constă în faptul că distorsiunea de crossover creată de caracteristicile amplificatorului în clasa B este depășită și elimină deficiențele amplificatorului din clasa A. Deci, amplificatorul în clasa AB este un bun compromis între clasa A și clasa B, privind eficiența și liniaritatea, cu randamente de conversie ajungând la aproximativ 50% la 60%.

### Amplificatorul Clasa C

Amplificatorul în clasa C are cel mai mare randament, însă are și cea mai mare neliniaritate din toate clasele de amplificatoare menționate aici. Clasele anterioare, A, B și AB sunt considerate amplificatoare liniare, semnalele de ieșire având amplitudine și fază în relație liniară cu amplitudinea și faza semnalelor de la intrare.

La amplificatorul de clasă C, curentul de ieșire este zero pentru mai mult de o jumătate dintr-un ciclu al semnalului sinusoidal de la intrare, tranzistorul lucrând în jurul punctului său de blocare. Cu alte cuvinte, unghiul de conducție pentru tranzistorul fiind mult mai mic de  $180^\circ$ , fiind situat în jurul zonei  $90^\circ$ , dă un randament peste 80% însă distorsionează puternic semnalul la ieșire ceea ce nu îl recomandă ca amplificator audio.

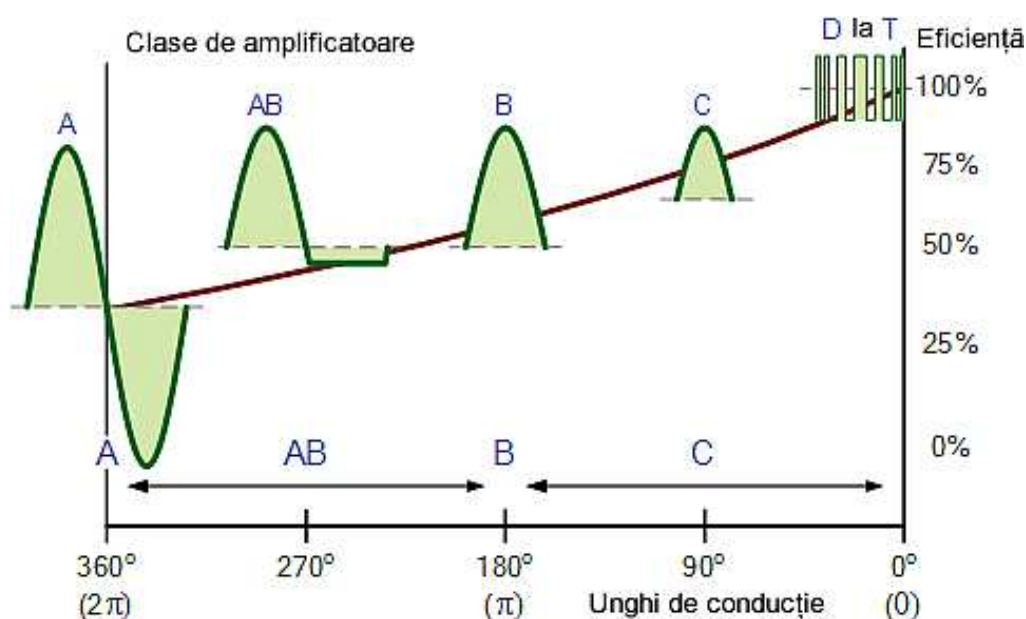


Amplificatoarele în clasa C sunt utilizate în oscilatoare sinusoidale de înaltă frecvență și în anumite tipuri de amplificatoare de radiofrecvență unde impulsurile de curent produse la ieșirea amplificatoarelor formează semnale sinusoidale de o anumită frecvență prin folosirea circuitelor rezonante LC în circuitul colector.

### Concluzii la Clasele Amplificatoarelor

Am văzut că punctul static de funcționare în curent continuu (punctul Q) al unui amplificator, determină clasificarea amplificatorului. Prin stabilirea poziției punctului Q la jumătatea distanței pe dreapta de sarcină a curbei caracteristice a amplificatoarelor, amplificatorul va funcționa în clasa A.

Prin deplasarea punctului Q în zona inferioară a drepte de sarcină, amplificatorul trece în clasa AB, B sau C. Clasa de funcționare a amplificatorului în raport cu poziționarea punctului static de funcționare în curent continuu este exemplificată mai jos:



Clasele și eficiența amplificatoarelor

Și la amplificatoarele audio există o serie **clase** cu randament ridicat care folosesc diferite tehnici de comutare pentru a reduce pierderile de putere și de a crește randamentul. Unele clase de amplificatoare utilizează rezonatoare RLC sau mai multe tensiuni de alimentare pentru a reduce pierderile sau amplificatoare cu circuite DSP (Digital Signal Processing) care utilizează tehnici de comutare cu modulație în durată a impulsurilor (PWM).

### Alte clase de amplificatoare

- **Amplificatorul clasa D** - amplificatorul audio de clasă D este de fapt un amplificator în comutație sau amplificator PWM neliniar. Cu amplificatoarele clasa D, teoretic, se poate ajunge la o eficiență de 100%, deoarece nu există nici o perioadă în timpul unui ciclu în care tensiunea să cadă pe elementul de comandă, tranzistor, acesta având exclusiv rol de comutator de

curent.

- **Amplificatorul clasa F** - la amplificatoarele clasa F crește atât randamentul cât și puterea la ieșire prin utilizarea unor rezonatoare armonice în rețeaua de ieșire pentru a forma semnalul într-un semnal dreptunghiular. Amplificatoarele clasa F au un randament ridicat, peste 90%, în cazul în care este folosit acordul armonic infinit.

- **Amplificatorul clasa G** - oferă îmbunătățiri la schema de bază a amplificatorului clasa AB. Clasa G folosește mai multe linii de alimentare la diferite tensiuni și comută automat între aceste linii în funcție de evoluția semnalului de intrare. Această comutare reduce constant consumul inutil de energie și pierderea de putere cauzată de căldura disipată.

- **Amplificatorul clasa I** - amplificatorul are două seturi de tranzistoare complementare de comutare la ieșire dispuse într-o configurație push-pull paralel, setul de comutare procesând același semnal de intrare. Când un tranzistor comută pe semialternanța pozitivă a formei de undă, celălalt comută pe semialternanța negativă, ca la un amplificator din clasa B. Fără nici un semnal la intrare, atunci când semnalul ajunge la punctul de trecere prin zero, tranzistoarele de comutare sunt pornite și oprite simultan în contratimp cu un semnal PWM cu ciclu de 50% pentru a anula semnalul.

Pentru a produce semialternanța pozitivă al semnalului la ieșire, tranzistorul de comutare a tensiunii pozitive este deschis mai mult timp prin creșterea duratei semnalului PWM în timp ce tranzistorul de comutare a tensiunii negative a deschis mai puțin timp prin scăderea duratei semnalului PWM, proporțional. Funcționarea este identică pentru producerea semialternanței negative. Semnalul la ieșire este un rezultat al diferenței curenților prin cele două tranzistoare ce funcționează în contratimp, amplificatoarele în clasa I fiind denumite "amplificatoare cu semnale PWM intercalate", care funcționează la frecvențe de 250kHz.

Ca o aplicație curentă a acestor amplificatoare este acționarea motoarelor liniare unde motorul staționează la ciclul de 50% și are un cuplu mare. Prin modificarea factorului de umplere (creștere/scădere pe tranzistoarele finale) se obțin deplasări cu accelerații și viteze mari cu precizie excelentă (1μm), off-set minim.

- **Amplificatorul clasa S** - amplificatorul de putere clasa S este un amplificator neliniar de comutare, ce funcționează similar cu amplificatorul clasa D. În clasa S amplificatorul convertește semnalele analogice de intrare în impulsuri dreptunghiulare cu un modulator delta-sigma, le amplifică pentru a crește puterea la ieșire iar apoi sunt demodate cu un filtru trece bandă. Utilizând semnale digitale, acest amplificator în comutație amplifică semnale 0 și 1 (deschis/blocat), unde puterea disipată este practic zero, fiind posibil să se ajungă la randament de 100%.

- **Amplificatorul clasa T** - este un alt tip de amplificator în comutație, digital. Amplificatoarele în clasa T sunt tot mai utilizate ca amplificatoare audio de putere sau sunet surround multi-canal, utilizând un procesor DSP ce prelucrează semnalul digital, convertește semnalele analogice în semnale digitale PWM pentru modularea amplificării obținând astfel randamente ridicate. Amplificatoarele din clasa T combină nivelele scăzute ale distorsiunilor din clasa AB cu eficiența energetică a unui amplificator de clasa D.

În concluzie, în clasificarea amplificatoarelor, de la cele liniare la cele neliniare în comutație, se observă că o clasă de amplificator diferă de alegerea punctului static de funcționare de-a lungul dreptei de sarcină a amplificatorului. Amplificatoarele din clasa A, AB, B și C pot fi definite funcție de unghiul de conducție,  $\theta$ , astfel:

### Clasa amplificatorului funcție de unghiul de conducție

Clasa amplificatorului	Descriere	Unghiul de conducție
Clasa A	conducție în ciclu complet de 360°	$\theta = \pi$
Clasa B	conducție în ciclu de 180°	$\theta = \pi/2$
Clasa AB	conducție puțin peste 180°	$\pi/2 < \theta < \pi$
Clasa C	conducție puțin sub 180°	$\theta < \pi/2$
Clasa D la T	neliniare, în comutație	$\theta = 0$



## Data Notes