

### Cuprins

Prezentare Proiect	
Fișa de Asamblare	
1. Funcționare	2 - 3
2. Schema	3
3. Lista de componente	3
4. PCB	4
5. Tutorial: Clasele Amplificatoarelor	5 - 10

## TDA1562 CLASS H 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

### Caracteristici:

- Etaj final 50W la 12V Clasa H
- 54 Weff la 4 Ω
- Protecție la scurtcircuit
- Intrare 0.7Veff pe 70KΩ
- Impedanță ieșire ( $f = 1 \text{ kHz}$ ,  $\text{THD+N} = 1 \%$ )

### Prezentare

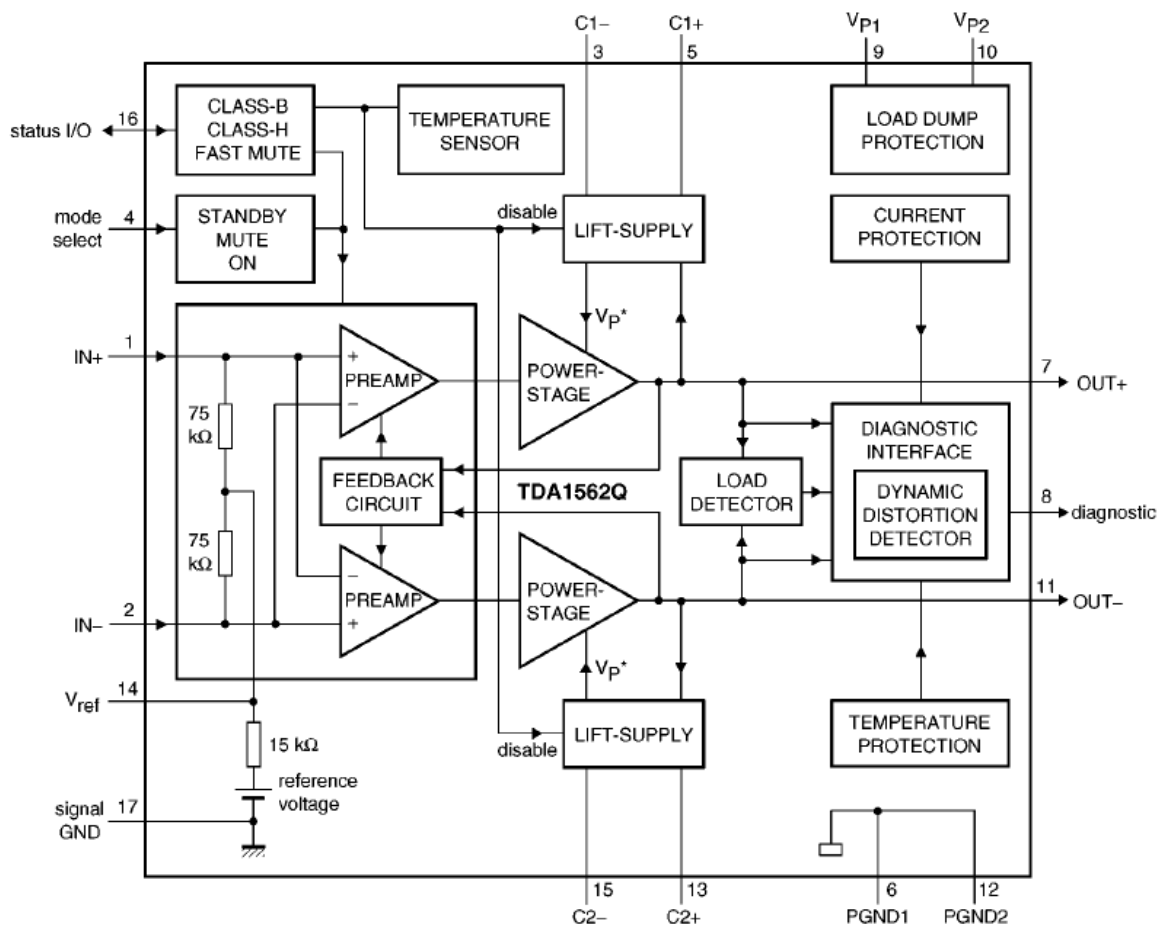
Majoritatea amplificatoarelor audio sunt destinate utilizării în locuință, studio sau pe scenă zona și sunt alimentate la tensiuni cuprinse între 60 și 150V, de obicei simetrice, așa dar nu sunt destinate utilizării în domeniu auto.

Amplificatoarele cu o singură tensiune de 12 V, dar cu o putere mare de ieșire, fac obiectul unui capitol special. Un simplu calcul simplu arată că, pentru o tensiune de alimentare de 12 V (sau 14,4 V în cazul în care bateria mașinii este complet încărcată) puterea de ieșire nu poate fi mai mare de 6 W pentru un amplificator convențional. Dacă ne propunem să realizăm varianta în punte, la un consum de 2A vom obține aproximativ 20 W la ieșire. Un amplificator auto ieftin, comercial de 50W poate fi realizat doar la o tensiune de funcționare mai mare și în detrimentul calității, cu un factor de distorsiuni de 10%.

Dar cum putem totuși realiza un amplificator bun la puteri mai mari, fără a forța și truca calculul ?

Putem crește tensiunea bateriei folosind un convertizor de tensiune care nu este tocmai ieftin, produce câmpuri parazite ce pot interfera cu semnalul audio sau radio. Philips a lansat în urmă cu câțiva ani, un amplificator integrat special TDA1560Q, care poate genera la ieșire o putere de peste 30 W pe sarcină de 8 Ω la 12V, fără invertoare, realizat ca amplificator în clasă H, descris în schema bloc de mai jos.

Conform producătorului, TDA1562Q oferă la ieșire 70 W pe 4 Ω (cu 10% distorsiuni) și 54 W cu distorsiuni moderate de 1% pe o sarcină de 4 Ω, cu minimum de componente externe.

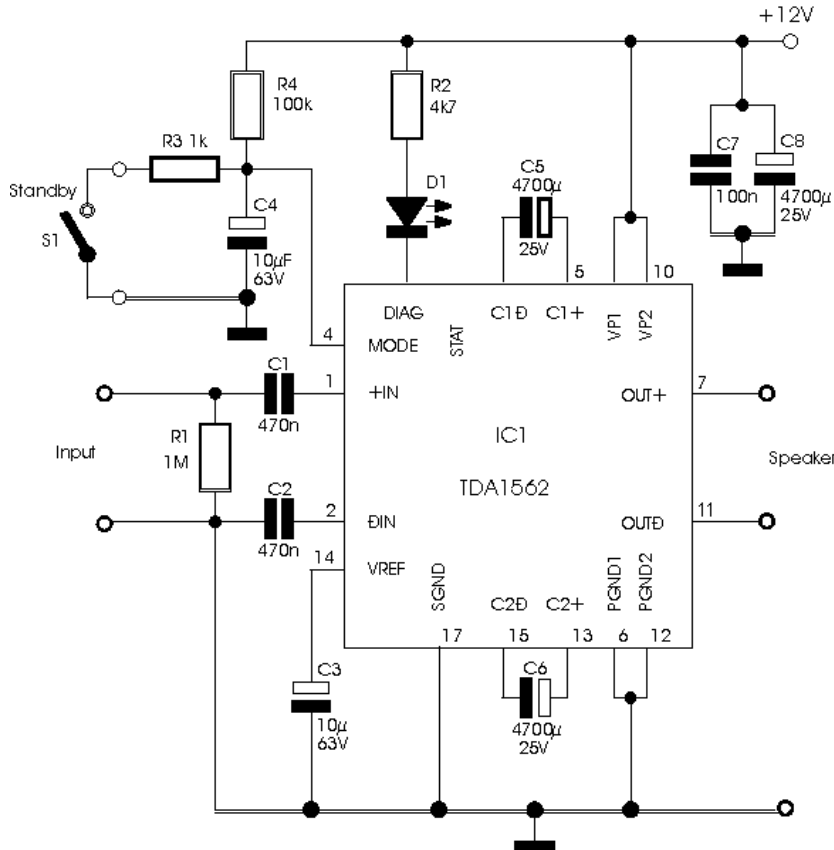


## Funcționare

Pe lângă toate protecțiile (termică, scurt la ieșire) are și un detector de sarcină astfel că sub  $0.5\Omega$  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). Pe lângă toate, avem și o monitorizare a funcționării cu Led. Dacă acesta se aprinde avem

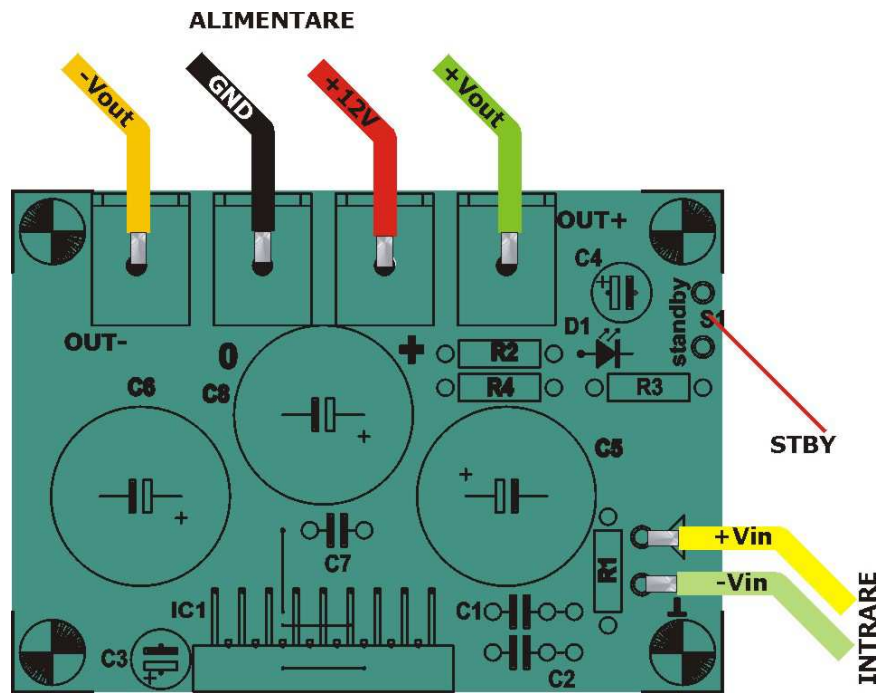
următoarele situații: distorsiuni peste 1.6% la ieșire, scurt între ieșiri sau între ieșire și alimentări (VP sau masă). Dacă acest scurt durează mai mult de 20ms, circuitul devine inactiv  $50\mu s$ . Senzorul intern de temperatură operează până la  $145^{\circ}C$ .

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



## Lista de componente

Nr.Crt.	Componenta	Denumire	Valoare	Cant
1	R1	Rezistență	1M $\Omega$	1
2	R2	Rezistență	4,7K $\Omega$	1
3	R3	Rezistență	1K $\Omega$	1
4	R4	Rezistență	100K $\Omega$	1
5	C1,C2	Condensator	470nF	2
6	C3,C4	Condensator	10µF/63V	2
7	C5,C6,C8	Condensator	4700µF/25V	3
8	C7	Condensator	100nF	1
9	D1	Led	LED	1
10	IC1	C.I.	TDA1562	1
11	S1	Comutator	SWITCH	1



Amplasarea componentelor

Acest produs se livrează în varianta circuit imprimat, circuit imprimat + componente sau în varianta asamblată în scopuri educaționale și va fi însoțit de documentația completă de asamblare pe CD.

Dacă 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

## 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 excitării 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.

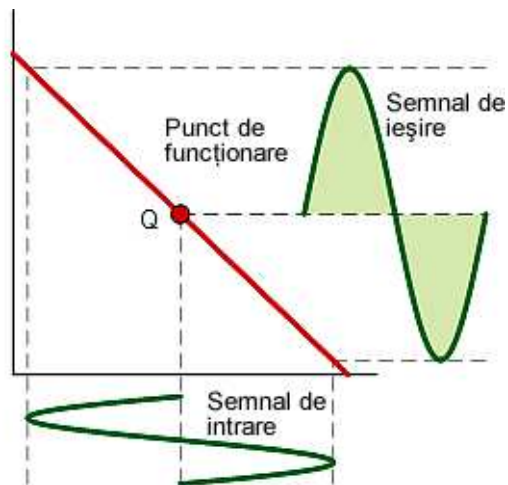
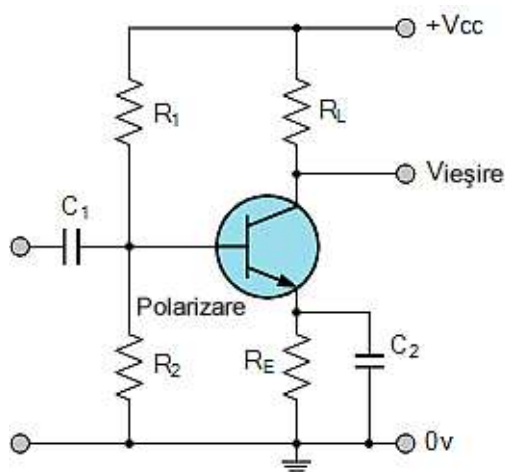
Clasele de amplificare sunt concentrate în principal în două grupe de bază. Cele din prima grupă sunt controlate clasic pe panta de amplificare, cele mai comune clase de amplificare fiind clasele A, B, AB și C, care sunt definite de starea de conducție a finalilor pe o zonă a caracteristicii și implicit 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 mijlocul drepte de sarcină. Faptul că tranzistorul nu se blochează niciodată constituie uneori un dezavantaj.



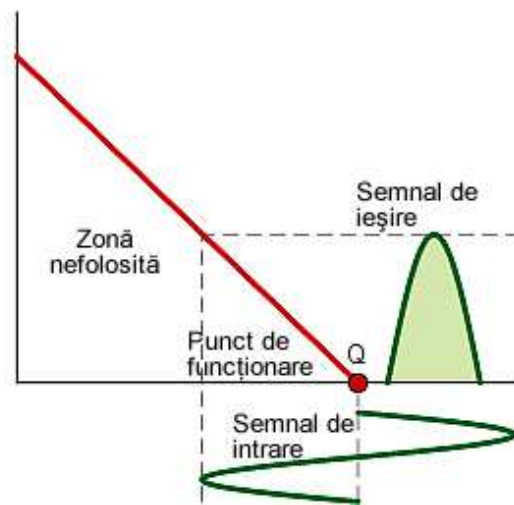
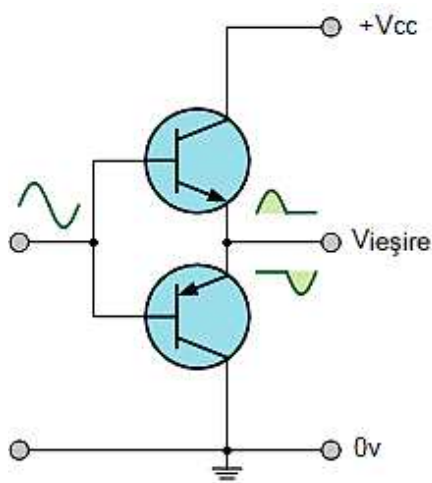
Pentru a realiza liniaritatea și câștigul, etajul de ieșire al unui amplificator din clasa A este polarizat, adică este tot timpul în conducție. Pentru ca un amplificator să fie clasificat în "clasă A", curentul de mers în gol în etajul de ieșire, la semnal zero, trebuie să fie egal sau mai mare decât curentul de sarcină maximă (difuzor), necesar pentru reproducerea semnalului la ieșire. Amplificatorul în clasa A funcționează pe porțiunea liniară a 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 de clasă 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 de clasă B au apărut ca o soluție pentru creșterea randamentului și problemelor cauzate de încălzirea tranzistorilor la amplificatorul de clasă A. Un amplificator de clasă 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 clasă 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° 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.

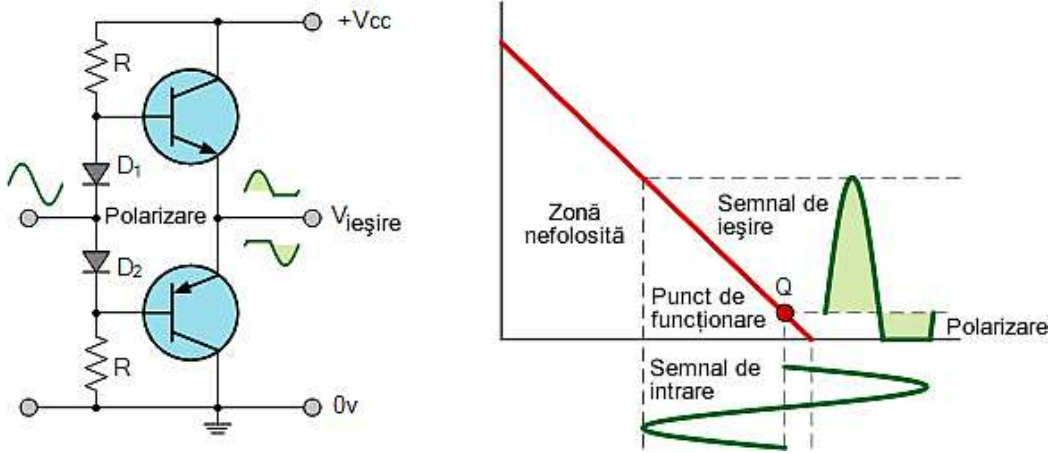
### Amplificatorul Clasa AB

După cum sugerează și numele, **amplificatorul clasă AB** este o combinație între amplificatoarele de tip "clasă A" și "clasă 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 clasa AB este undeva între  $180^\circ$  și  $360^\circ$ , funcție de punctul de funcționare ales, așa cum se vede în graficul de mai jos:

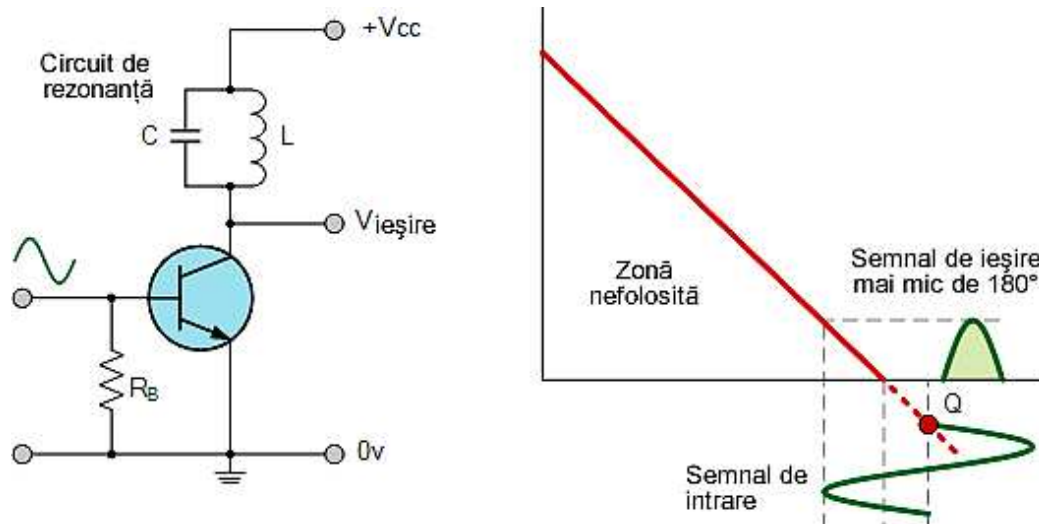


Avantajul acestei mici tensiuni de polarizare, obținută cu diode serie sau rezistențe, constă în faptul că distorsiunea de crossover creată de caracteristicile amplificatorului în clasa B este depășită și elimină deficiențele amplificatorului din clasa A. Deci, amplificatorul în clasa AB este un bun 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 clasa 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.

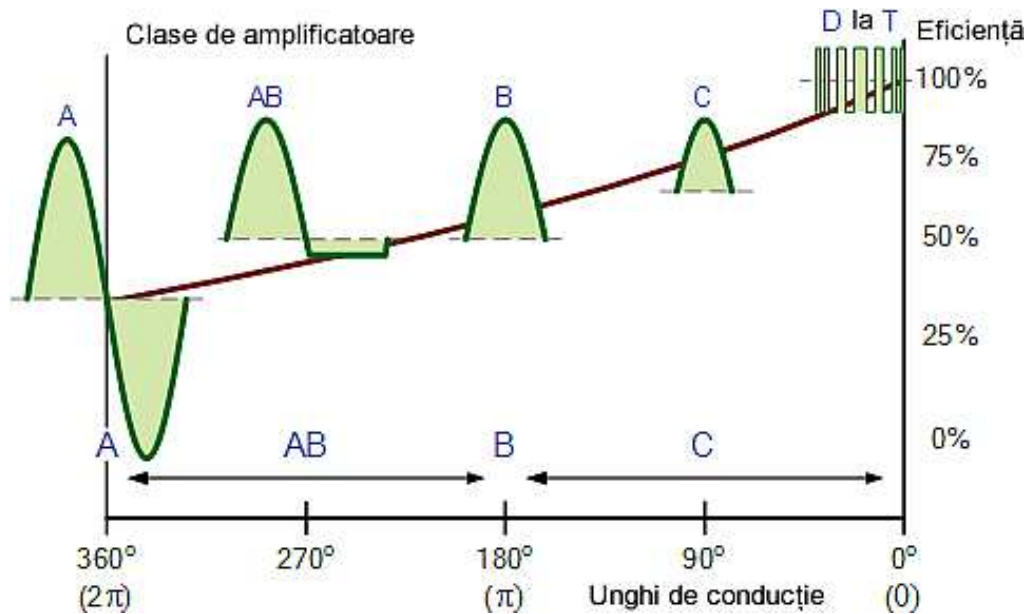
### Concluzii la Clasele Amplificatoarelor

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 demodulate 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	$\theta = 0$

<http://www.electronics-tutorials.ws/amplifier/amplifier-classes.html>

## Data Notes