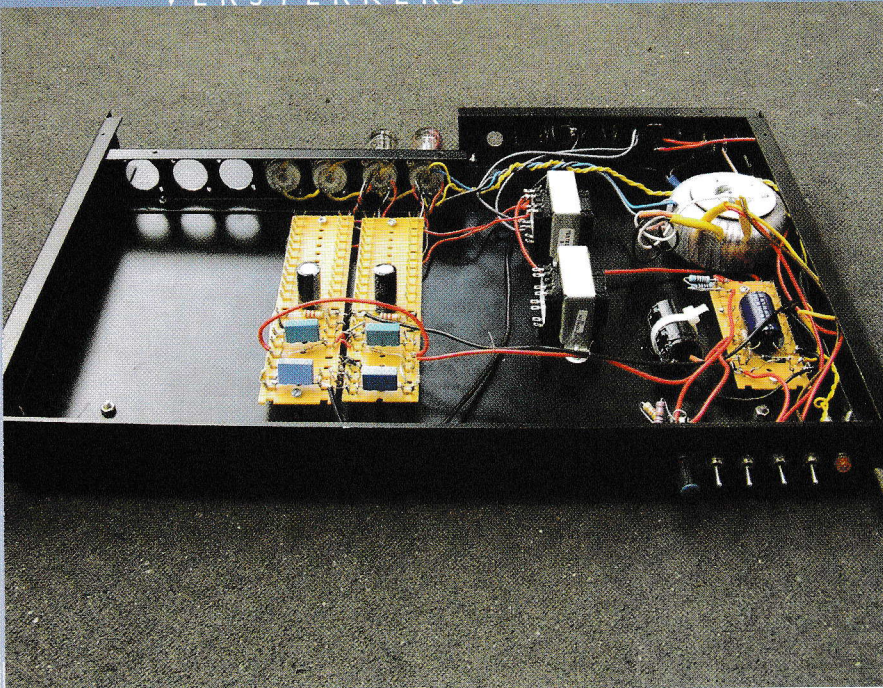




1 Watt gitaar- versterker voor huiskamer

DOOR LEON BEMMELMANS

Elektrische gitaarversterkers hebben voor huiskamergebruik niet veel vermogen nodig, maximaal 1 Watt is meer dan genoeg. Dit artikel gaat over een klein vermogen gitaarversterker voor in de woonkamer. Fiks overstuurbaar en daardoor uiterst klankrijk op laag volume.

Als jongen van 12 heb ik tot groot verdriet van mijn ouders mijn vrijwel nieuwe Western gitaar ingeruild tegen een elektrische gitaar van het merk Emperador, uitgerust met een jankpookje. Door schade en schande leerde ik toen dat een elektrische gitaar geen muziekinstrument is. Het enige wat zo'n ding voortbrengt is nauwelijks hoorbaar getingel. Het echte instrument "elektrische gitaar" wordt gevormd door een samenspel van gitaar, voorversterker, eindversterker, luidspreker(s), luidsprekerbehuizing en de akoestiek van de ruimte. Het helpt ook nog als je een beetje kunt spelen.

Dit lijkt een open deur, want iedereen snapt wel dat een plankje hout met snaren geen zaalvullend geluid kan produceren. Niet iedereen beseft echter dat de andere onderdelen van de gitaarketen op hun eigen manier het geluid kleuren en vormen, en dus niet alleen versterken. Sluit een gitaar maar eens aan op een hifi-installatie en je begrijpt onmiddellijk het verschil tussen "versterken" van een gitaarsignaal en "(ver)vormen" van een gitaarsignaal.

Er zijn tal van combinatiemogelijkheden van gitaren, versterkers en luidsprekerkasten, ieder met hun eigen akoestische kenmerken en kwaliteiten. Dan heb ik het niet eens over de talrijke effectpedaaltjes. Smaken verschillen, en zo zal iedereen zijn eigen perfecte sound in gedachten hebben.

Helaas wordt mijn "perfecte sound" gevormd door een Les Paul aangesloten op een Marshall buizenversterker

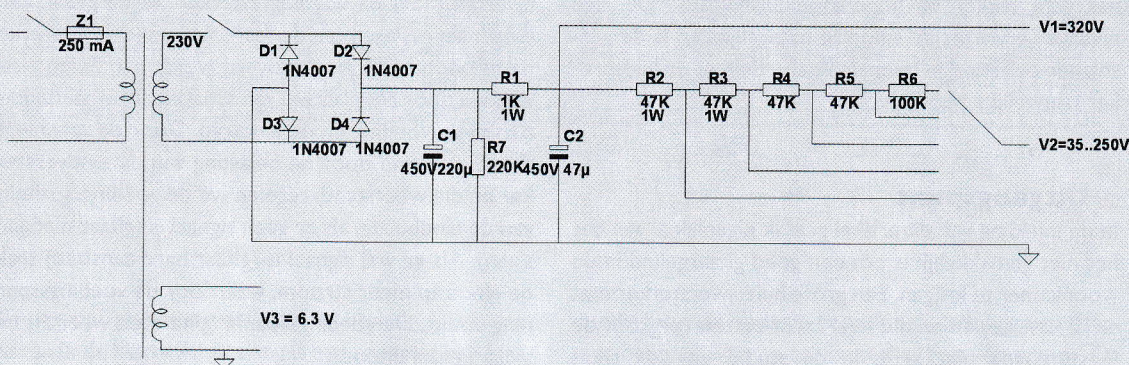
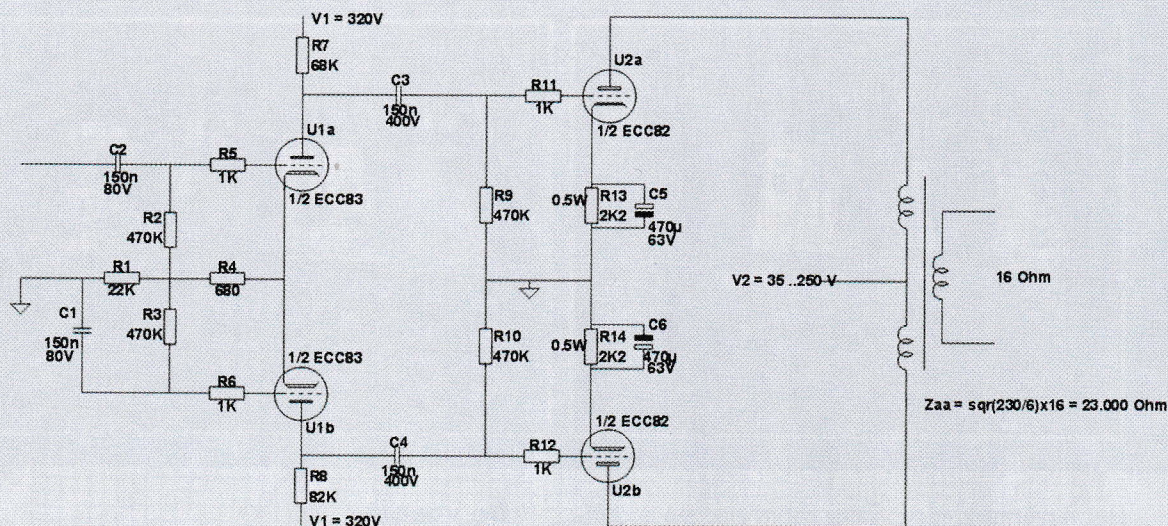
en om echt lekker te klinken staat ie bijna vol open. Helaas, want ik ben een echte huiskamer gitarist en krijg de meeste inspiratie rond 23.00 uur 's avonds. Het ideaal "bijna vol open" wordt in de praktijk "bijna volledig dicht". Van de ideale klank blijft dan niet veel meer over. Aan de gitaar en de (buizen) voorversterker zal het niet liggen. Die blijven hun werk al vanouds doen. De voorversterker zorgt voor vervorming van het gitaarsignaal; zelfs een schone voorversterker vervormt in de regel al meer dan 5%. Ook regelt de voorversterker de toneshaping, waarmee de toonregeling voor of na de vervormingstrappen wordt bedoeld.

Wat op laag niveau heel anders wordt is de muzikale bijdrage van de eindversterker, van de luidspreker en van de luidsprekerbehuizing. Een gitaarluidspreker is vanuit hifi-oogpunt vreselijk slecht ontworpen. Het frequentiebereik is zeer beperkt, slechts 5 kHz, er treedt vanwege de afmetingen veel bundeling van het geluid op, als de kast open is zit er nauwelijks laag in, en als de kast gesloten is zit er een duidelijke resonantie in. Maar belangrijker nog: hij vervormt snel, en de luidsprekerbehuizing wekt zelf geluidsgolven op; je hoort de kast. Dat raak je voor een deel kwijt bij lagere geluidsniveaus. Het grootste verschil in geluid wordt veroorzaakt door de (buizen) eindtrap van de gitaarversterker.

■ Eindversterker

Op het eerste gezicht wordt de klank van de versterker bepaald door de voorversterker, en heeft de eindversterker vooral de taak om het kleine signaaltje om te zetten naar een signaal met voldoende vermogen om een luidspreker aan te kunnen sturen. In de jaren 90, toen 19 inch rekken in de mode waren, was dat soms ook zo. Een buizen voorversterker werd toen bijvoorbeeld gecombineerd met een 300 W stereo Mosfet versterker.

Maar de meeste gitaarliefhebbers blijven voorkeur hebben voor een buizen eindversterker. Het blijkt dat



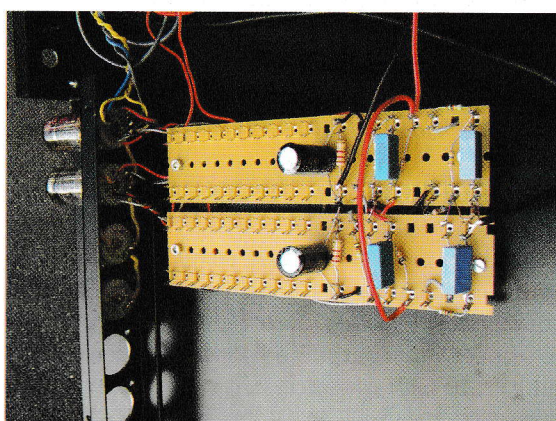
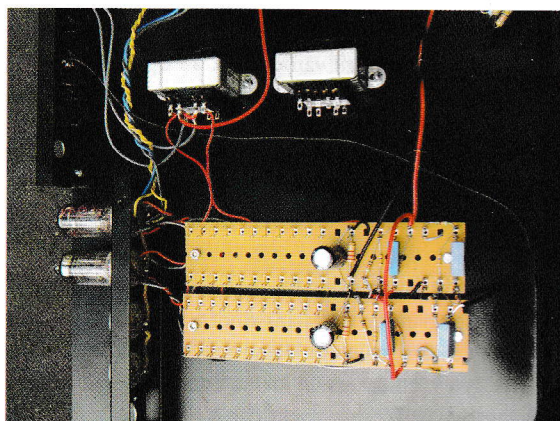
de eindversterker een belangrijke rol speelt bij de vorming van de gitaarsound. Als ik even in de buurt blijf van mijn ideale versterker wordt de buizen eindversterker gevormd door een fasedraaier, een push-pull configuratie van 2 (of 4) eindbuizen en een uitgangstrafo. Omdat het allemaal zo hard mogelijk moet, zijn de buizen liefst als pentode ingesteld, klasse A/B met vaak veel B en een beetje A.

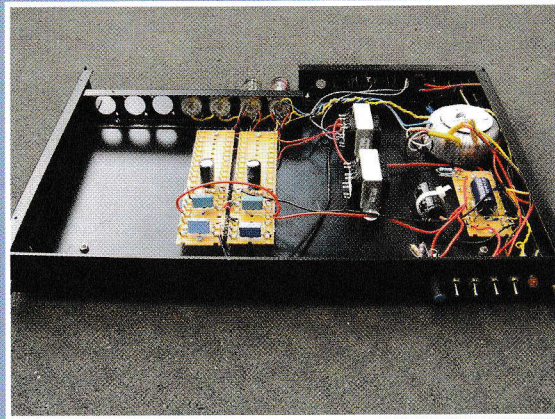
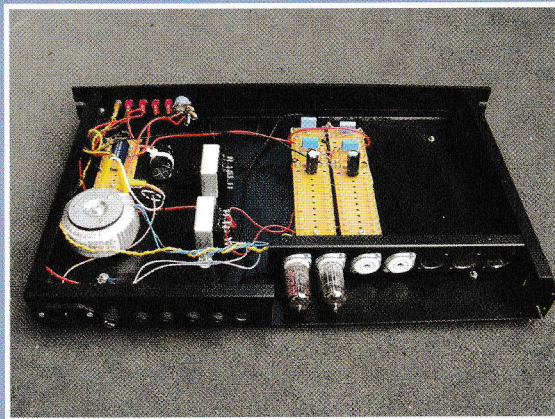
Die push-pull combinatie levert bij een flinke uitsturing naast even harmonische vervorming ook veel oneven harmonische vervorming. Met een beetje pech is de fasedraaier niet helemaal netjes afgesteld waardoor beide signalen niet helemaal identiek zijn. Soms is ook

de ruststroom in beide buizen niet netjes gelijk waardoor positieve en negatieve flanken in klasse B niet identiek worden versterkt. Omdat de voedingen van oude buizenversterkers niet erg ruim bemeten zijn, treedt ook nog een verschijnsel op wat in het Engels "sag" wordt genoemd. De voedingsspanning zakt bij grote signalen in waardoor een compressie effect optreedt. Je hoort dat de versterker herstelt als het signaal uitdooft. Net zo belangrijk is dat het signaal via de uitgangstransformator geleverd wordt aan de gitaarluidspreker plus behuizing. De luidspreker heeft een frequentie afhankelijke impedantie die door de transformator netjes wordt overgebracht op de eindbuizen, die bij verschillende frequenties een andere belastinglijn gaan volgen.

Figuur 1.
1W gitaar eindversterker

Figuur 2.
Voeding voor de 1W gitaar eindversterker





Het vervormingsgedrag van de balans eindtrap in combinatie met de interactie tussen de luidspreker en de eindbuizen leveren een klankarakter dat sterk afwijkt van de klank van een voorversterker. Helaas wordt het pas echt lekker bij hogere geluidsniveaus. Op lage niveaus vervormt de eindtrap nauwelijks en is de wisselende belastinglijn door de interactie met de luidspreker nauwelijks hoorbaar.

■ Uitgangspunt

In de inleiding van dit artikel geef ik eigenlijk al aan dat het niet gemakkelijk is om een goed gitaargeluid in de woonkamer te krijgen. Een grote buizenversterker met 4x12 kast kopen en die heel zacht zetten vergroot de feestvreugde niet echt. In de studio en ook thuis wordt steeds vaker gebruik gemaakt van digitale modeling om de complete keten van gitaar tot en met luis-terruimte na te bootsen. Die producten worden steeds beter, maar er gaat voorlopig niks boven "the real thing". Is het mogelijk om een eindversterker voor gitaar te ontwerpen die op woonkamerniveau de karakteristieke vervorming van de ruim bemeten voorbeelden kan benaderen?

■ Vermogen

Wat voor vermogen moet zo'n versterker dan hebben? Het rendement van een gitaarluidspreker bedraagt gemiddeld 95dB/1W. Dit betekent dat een 1 W versterker op 1 meter afstand van de luidspreker een geluidsniveau van 95 dBspl kan voortbrengen, wat ongeveer gelijk is aan het geluid van een band tijdens bruiloften en partijen. Het geluidsniveau neemt 3dB af als het vermogen wordt gehalveerd, en 10 dB als het vermogen gedeeld wordt door 10. Dat wil zeggen dat een 0.1 W versterker nog steeds 85 dBspl kan produceren en een versterker van 0.01W (10 mW) een geluidsniveau van 75 dBspl.

We moeten dus op zoek naar een buizen balans eindtrap met een vermogen dat instelbaar is tussen 10 mW (23.00 uur) en 1 Watt (15.00 uur op zaterdag). Als balans eindbuis kies ik hiervoor een ECC82 dubbeltriode. Het instelpunt van deze buis is zodanig in te stellen dat een vermogen geleverd kan worden tussen 0.01 en 1 W; zie het rechterdeel van figuur 1.

■ De voeding

De voeding is zodanig ontworpen dat de voedingsspanning van de eindbuizen schakelbaar is tussen 35 V en 250 V om hiermee het vermogen te kunnen regelen. Tegelijkertijd moet de voeding inzakken als de gitaar hard wordt aangeslagen om de "sag" van een eindversterker na te bootsen. In het ontwerp wordt aan beide eisen voldaan door het plaatsen van schakelbare weerstanden tussen de voeding en de eindtrap. Door de spanningsdeler, gevormd door de belasting van de eindversterker en die weerstand, regelen we de voedingsspanning van de eindbuizen als er geen signaal is (gitaar niet aanslaan). Als er wel signaal is (gitaar hard aanslaan) trekt de eindtrap meer stroom, waardoor de voedingsspanning inzakt. De voedingsspanning herstelt weer als het gitaarsignaal uitdooft.

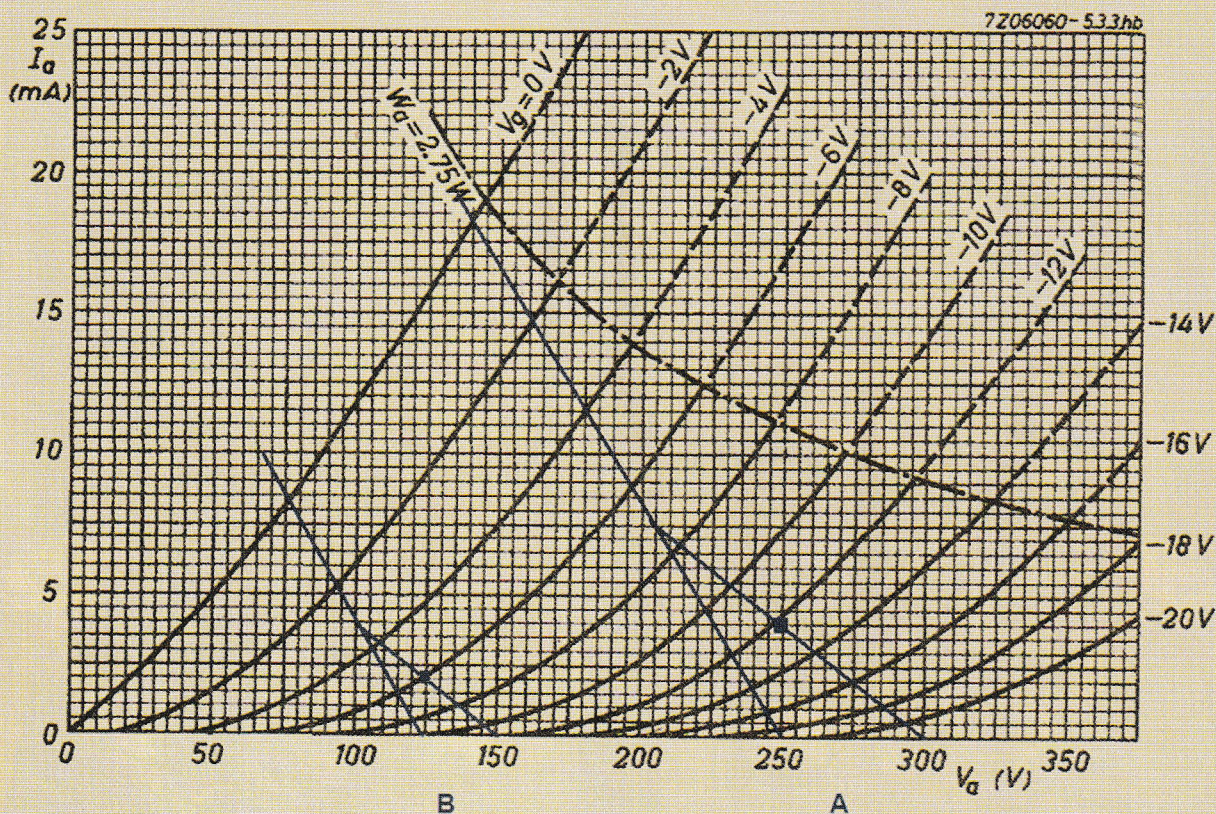
Het inschakelen van de voeding gaat zoals in de meeste gitaarversterkers met een schakelaar voor de netspanning en een stand-by schakelaar voor de hoogspanning. Zie voor meer details figuur 2.

■ De fasedraaier

De ECC82 rechts in figuur 1, wordt zo ingesteld dat een vermogen van 1 Watt wordt bereikt bij een signaal op het rooster van 12 V. Dat signaal wordt geleverd door een differentiële fasedraaier met een versterkingsfactor van ongeveer 25. Hiervoor wordt een ECC83 gebruikt. De fasedraaier kun je precies afregelen zodat beide flanken in tegenfase hetzelfde signaal aanleveren, maar dit is voor een gitaarversterker niet erg kritisch. Er wordt ook geen gebruik gemaakt van een negatieve voedingspanning. In plaats daarvan wordt de kathode op een positieve spanning van ongeveer 40 V gebracht. De kathodeweerstand wordt opgebouwd als simpele spanningsdeler die de Vgk van de ECC83 op ongeveer -1 V houdt. De consequentie is dat er een ontkoppel condensator C2 nodig is aan de ingang van de fasedraaier. De fasedraaier werkt met een constante hoogspanning $V_1 = 320$ V.

■ De uitgangstrafo

De belastinglijn van de balans eindtrap is zo gekozen dat die bij kleine signalen in klasse A werkt (20% van het vermogen), en daarna in klasse B; zie figuur 3. Als het ingangssignaal groter wordt dan Vgk treedt een harde



Figuur 3.
ECC82 instellingen

clipping op van het signaal. Om de belastinglijn te realiseren in de klasse A instelling is een primaire impedantie Z_{aa} nodig van ongeveer 25 kOhm. Voor de uitgangstrafo is een kleine netvoedingstrafo van 2×115 V naar 6 V gekozen. Met $N_p/N_s = 230/6 = 38.3$ moet de luidspreker een impedantie hebben van $25000/38.3^2 = 17$ Ohm. Een 16 Ohm gitaarluidspreker voldoet uitstekend en toevallig heb ik die. Een 8 Ohm luidspreker voldoet ook, maar dan is de helling van het klasse A deel steiler. Er blijft dan minder klasse B ruimte over.

Realisatie

Voor de vormgeving van de eindtrap kun je natuurlijk allerlei exotische kastvormen bedenken; ik heb gekozen voor een 19" IHE kast. Op die manier kan ik hem gemakkelijk samen in één kast stoppen met mijn 19" voorversterker. Ik heb ruimte genoeg in die kast, en daarom heb ik voorbereidingen getroffen voor stereo gebruik. Er is nog ruimte op de printjes, de extra buisvoetjes, schakelaartjes, uitgangstrafo en pluggen zijn al gemonteerd. Ik heb ook wat ruimte gelaten voor een nog te ontwerpen voorversterker. De voedingstrafo heeft voldoende vermogen om tot 8 buisjes aan te kunnen sturen. Zie de foto's voor aanvullende details.

Spelen met klank

In dit ontwerp wordt niet gezocht naar een hifi gitaargeluid, maar naar het geluid van een overstuurde eindversterker die de nette even harmonischen van een voorversterker verrijkt met oneven harmonischen en effecten van een instabiele voeding. De weerstand in de

voeding van de eindtrap bepaalt het vermogen en daarmee het punt waarop de versterker gaat vervormen. De voedingspanning moet ergens liggen tussen 35 V (= snel vervormen) en 250 V (= pas op hogere volumes vervormen). Ik heb die weerstand daarom in 5 stappen schakelbaar gemaakt. Uitermate kritisch is de aansluiting van de voorversterker. Je kunt een gitaar rechtstreeks op de ingang van deze eindtrap aansluiten, maar daar is deze schakeling niet voor bedoeld. Ik ga er vanuit dat je er de uitgang van een gitaarvoorversterker op aansluit. Bijvoorbeeld een Marshall JMP-I of een Mesa Boogie Tri-axis. Als je de digitale eindversterker simulatie tempert kan een POD of andere digitale modeler ook prima. Met de voorversterker regel je dan de "nette" even harmonische vervorming en de klankkleur. Met het uitgangsvolume van de voorversterker regel je de mate van oversturing van de eindtrap. Op die manier kun je heel subtiel de samenwerking tussen de voor- en eindversterker instellen. Het gaat mis als je het volle signaal van de voorversterker op de eindversterker zet. Die gaat dan niet stuk, maar de kans is erg groot dat je teveel "vieze" oneven harmonische vervorming krijgt.

Belangrijke onderdelen

Voedingstrafo: Amplimo 1N242

(sec. 230V/0.06A; 1x6.3V/2.5A)

Uitgangstrafo: RS 503-994

(3VA, prim. 2×115 V; sec. 2×6 V)

contact: info@directivity.nl