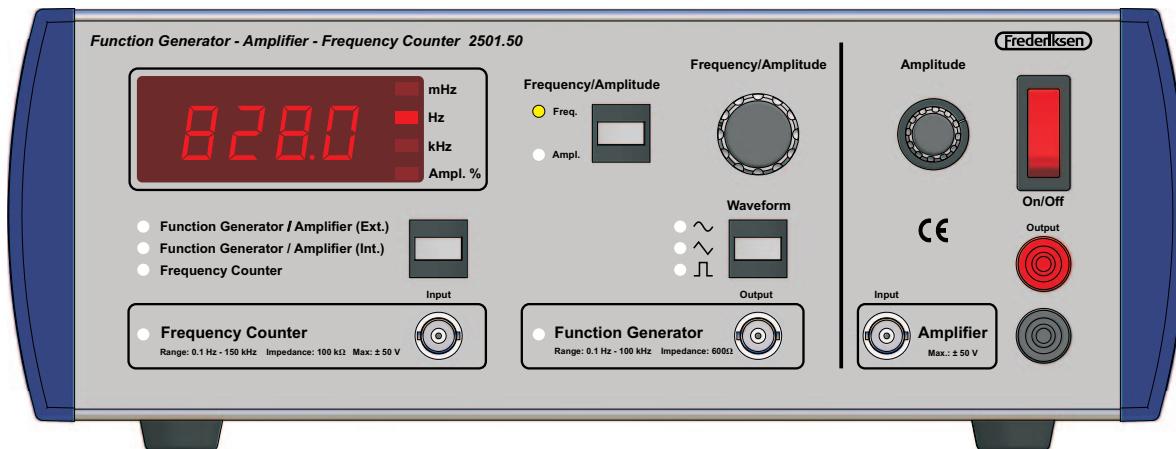


Tonegenerator, digital

03.01.11

Aa 2501.50



Funktionsgenerator

Apparatet indeholder 3 forskellige og uafhængige enheder:

1. Generator for sinus-, trekant- og firkantsignaler.
2. Frekvenstæller.
3. Forstærker.

Betjeningsvenlig:

Apparatets frontpanel er meget enkelt. Det indeholder 5 betjeningsknapper og 4 tilslutninger med forklarende tekst. Lysdioder på frontpanelet viser, hvilken tilstand apparatet befinner sig i.

Nøjagtighed:

Alle funktioner i apparatet er digitaliserede. Det store LED-display viser i alle områder frekvensen eller amplituden med 4 betydende cifre, hvilket er rigeligt selv for krævende målinger.

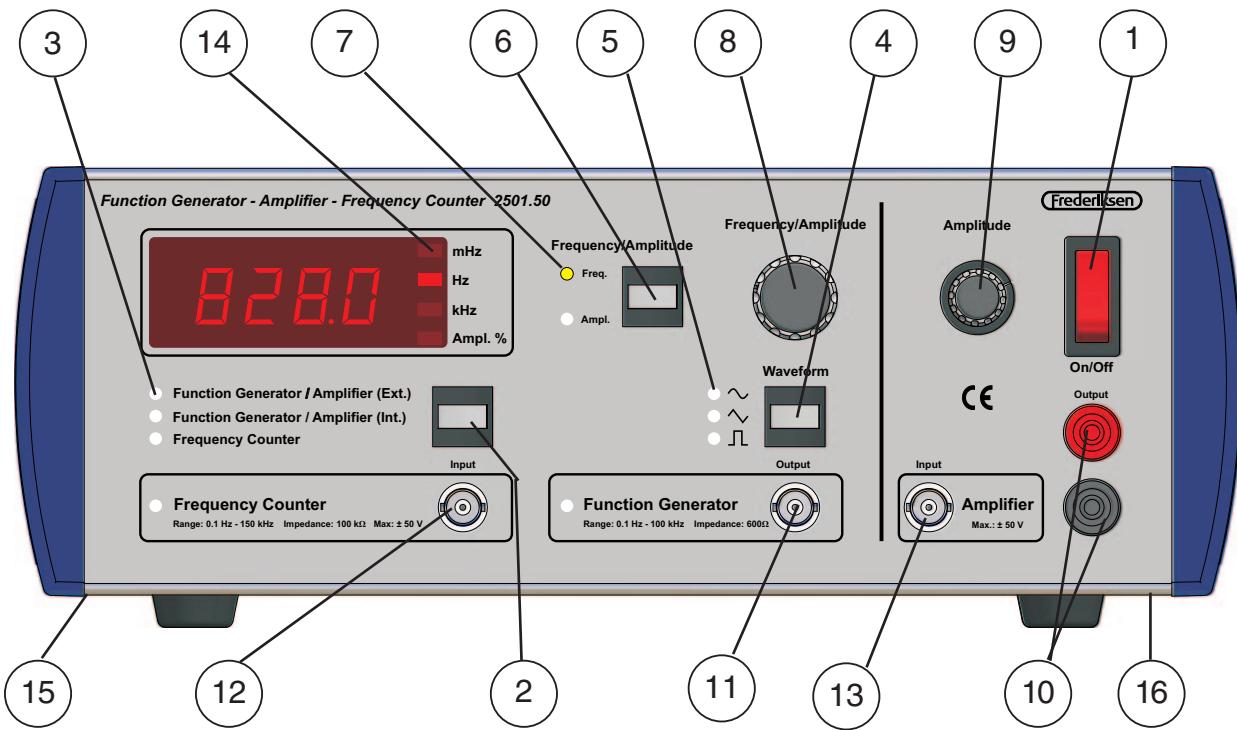
Generelt:

Funktionsgenerator 2501.50 er en mikroprocessor-baseret funktionsgenerator, designet til at generere sinus-, trekant- og firkantsignaler.

Når funktionsgeneratoren slukkes, gemmes alle indstillinger i en EEPROM. Når apparatet atter tændes benyttes de lagrede indstillinger og det er unødvendigt at justere på ny.

Funktionsgenerator nr. 2501.50 er udstyret med RS232 interface. Alle funktioner på generatordelen, herunder indstilling af frekvens og amplitude, kan kontrolleres via RS232 porten.

Effektförstærkeren er kortslutningssikret. Ved overbelastning bør apparatet slukkes og belastningen fjernes fra udgangen, førend apparatet atter tændes.



Betjeningsknapper:

- Pos. 1: Netafbryder med indbygget lys.
- Pos. 2 og 3: Trykknap og indikator for skift af apparatets overordnede funktion. Den valgte funktion huskes automatisk næste gang apparatet tændes. De 3 mulige tilstande er:
- Function Generator/Amplifier (Ext.)**
Funktionsgeneratorens udgangssignal er kun koblet til BNC-bøsningen pos.11. Forstærkerdelen kan anvendes uafhængigt heraf.
 - Function Generator/Amplifier (Int.)**
Udgangen fra generatoren er internt forbundet til effektforstærkeren og effektforstærkerens indgangsbøsning pos. 13 er afbrudt.
 - Frequency Counter**
Frekvensen af et signal tilført BNC-bøsningen pos.12 vil vises på displayet.
- Pos. 4 og 5: Trykknap og indikator for valg af kurveform. Den valgte indstilling huskes automatisk næste gang apparatet tændes.

Pos. 6

og 7: Trykknap og indikator for skift mellem frekvens eller amplitude. Påvirker såvel visningen i displayet som virkningen af drejeknappen 8. Denne funktion er dog ikke virksom, såfremt funktionsvælgeren pos. 2 er indstillet på "Frequency Counter".

Pos. 8: Drejeknap for indstilling af frekvens eller amplitude – afhængigt af indstillingen af pos. 6.

Pos.9: Styrkeregulering for effektforstærker.

Pos.10: Udgang for effektforstærker (banabøsninger). Typisk anvendelse: Højttaler eller vibrator.

Pos. 11: BNC-udgangsbøsning for funktionsgenerator. Typisk anvendelse: Direkte tilslutning af oscilloskop; tilslutning til andet apparatur via skærmet kabel.

Pos.12: BNC-indgangsbøsning for frekvenstælling eller FM-modulation.

Pos. 13: BNC-indgangsbøsning for forstærkning af eksterne signaler.

Pos. 14: Lysbjælke, der viser frekvensenhed eller amplitude.

Pos. 15: Seriel interfaceport - RS232.

Pos. 16: Nettiltrætningsstik med sikringsholdere.

Anvendelse:

Når amplituden eller frekvensen skal ændres, vælges den ønskede funktion med trykknappen pos. 6. Derefter indstilles den ønskede værdi på drejeknappen pos. 8. Denne knap er "hastighedsfølsom", det vil sige at det er drejhastigheden, der bestemmer, hvor store spring ændringerne af frekvensen eller amplituden skal foregå i.

Ønsker man at måle frekvensen af et eksternt signal, tilføres dette "input"-stikket pos. 12, og funktionen Frequency Counter vælges med trykknappen pos. 2. Hvis frekvensen af signalet ligger mellem 0,1 Hz og 150 kHz, vil den blive vist i displayet. Ellers vises et "Err" i displayet. Hvis intet signal tilføres "Input" pos. 12, vil tælleren efter ca. 15 sekunder også vise "Err" i displayet.

Til demonstration af FM-modulation kan indgangsbøsning pos. 12 benyttes som modulationsindgang. Så længe frekvensen på udgangen pos. 11 holdes indenfor en dekade, vil frekvensen ændres i takt med spændingen på indgangsbøsningen pos.12.

Hvis indgangssignalet indeholder både positive og negative værdier, vil det største frekvenssving kunne opnås, når centerfrekvensen sættes i midten af en dekade (f.eks. 5 kHz). Hvis indgangssignalet kun er positivt, fås det største frekvenssving ved at indstille centerfrekvensen i den lave del af en dekade (f.eks. 1,1 kHz).

Den DC-koblede effektforstærker er direkte tilkoblet funktionsgeneratoren, når funktionsvælgeren pos. 2 indstilles til Function Generator/Amplifier (Int.).

Med funktionsvælgeren pos. 2 indstillet til Function Generator/Amplifier (Ext.) bliver indgangsbøsningen pos. 13 aktiv, og effektforstærkeren kan bruges separat.

Med reguleringsknappen pos. 9 indstilles forstærkningen.

Selv om effektforstærkeren er kortslutningssikret, er det tilrådeligt altid at starte op med reguleringsknappen pos.9 drejet helt til venstre.

Serielt interface:

Apparatets serielle port forbindes til computerens (PC) serielle indgang, med kabel nr. 1123.05.

Man kan herefter styre apparatet ved hjælp af f.eks. programmet Datalyse (www.datalyse.dk).

For de, som ønsker selv at programmere styringen af tælleren, gennemgås her kommandoerne.

Dataformatet er 8 bit ASCII, ingen paritet, 1 startbit og 1 stopbit. De følgende kommandoer accepteres af funktionsgeneratoren som både store og små bogstaver. En kommando skal efterfølges af linjeskift (LF).

A: Læs eller indstil amplitude. Bruges kommandoen alene, returneres amplitude %. Bruges den med en talværdi - f.eks. A38 - indstilles funktionsgeneratoren til 38% amplitude.

B: Læs eller indstil baud rate. Bruges kommandoen alene, returneres den aktuelle baud rate. Bruges kommandoen sammen med en talværdi f.eks. B300, indstilles baud rate til 300.

D: Vis frekvens eller amplitude. Bruges kommandoen alene, returneres 1 eller 2, afhængig af, om displayet viser frekvens eller amplitude. Bruges D med et tal (1 eller 2), vælges der mellem de to tilstande.

d1: frekvens
d2: amplitude

F: Læs eller indstil frekvens. Bruges kommandoen alene, returneres den øjeblikkelige frekvens. Bruges F med et tal, indstilles frekvensen til den pågældende frekvens (f.eks. vil f47.11 ændre frekvensen til 47,11 Hz).

G: Læs eller indstil den overordnede funktionen for apparatet. Bruges kommandoen alene, returneres den øjeblikkelige funktion. Bruges kommandoen G med et tal (1, 2 eller 3) indstilles funktionsgeneratoren efter nedenstående:

- g1: Function Generator/Amplifier (Ext.)
- g2: Function Generator/Amplifier (Int.)
- g3: Frequency Counter

L: Genopretter standard indstillinger. Parametrene for standard opsætningen er: 1200 baud, vis frekvens, sinus, 50% amplitude, 1.000 kHz, Function Generator/Amplifier (Int.) og no messages.

M: Meddelelser slået til (default fra). Der returneres yderligere informationer via interfacet.

N: Meddelelser koblet fra (Default).

V: Returnerer med versionsnummer.

W: Læs eller indstil kurveform. Benyttes W alene, returneres kurveformen. Benyttes W med et tal (1, 2 eller 3), ændres kurveformen i overensstemmelse med tallet

- w1: sinus
- w2: trekant
- w3: firkant

??: Returnerer en hjælpemenu på skærmen.

Stående bølger i en luftsøje

Når lydbølger reflekteres ved enderne af et rør, opstår der **resonans** ved bestemte frekvenser, hvilket viser sig som stående bølger. Dette sker, hvis lydbølgen efter to refleksioner er i fase med den oprindelige bølge, således at lydtrykket øges ved denne bestemte frekvens. Lyden reflekteres overraskende nok ikke kun ved en lukket ende af røret, men også ved en åben.

Da luften ikke bevæger sig ind i eller ud af en lukket ende, opbygges der trykvaryationer dér. Omvendt kan luftmolekylerne frit svinge ind og ud ved en åben ende, hvilket giver minimale trykvaryationer. Den mikrofon, som bruges i disse eksperimenter, opfanger lyd i form af variationer i luftens **tryk**, ikke dens **hastighed**.

Vi vil derfor fokusere på trykvaryationer i denne gennemgang.

Til højre er der skematisk vist nogle eksempler på resonanser.

Steder med **minimal** variation i lydtryk (f.eks. ved de åbne ender på nederste tegning), kaldes knuder, markert "K"

Steder med **maksimal** variation i lydtryk (f.eks. ved de lukkede ender på øverste tegning), kaldes buge, markert "B"

Bemærk, at afstanden mellem to nabo-knuder (**eller** to buge) er halvdelen af bølgelængden λ .

Som det fremgår af disse tegninger, kan længden af røret L og bølgelængden λ ikke vælges arbitreret.

De er nødt til at tilfredsstille **resonansbetingelsen**.

For et rør, der er enten åben eller lukket i begge ender, ser resonansbetingelsen således ud

$$L = n \cdot \frac{\lambda}{2}$$

– hvor n er et helt tal og L er rørets effektive længde.

For et rør med én åben og én lukket ende, ændres betingelsen til følgende

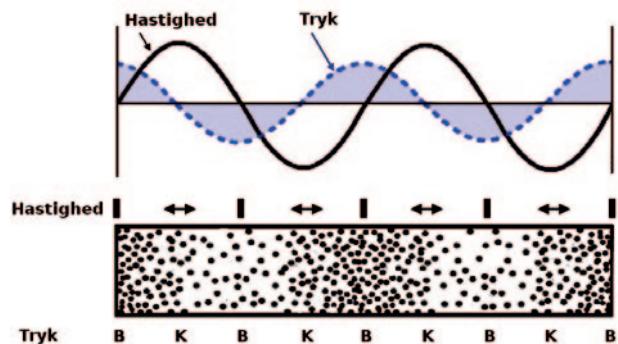
$$L = n \cdot \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$$

Når der er åbne ender involveret, er L en smule længere end rørets mekaniske længde. En knude ved en åben ende ligger en smule udenfor åbningen.

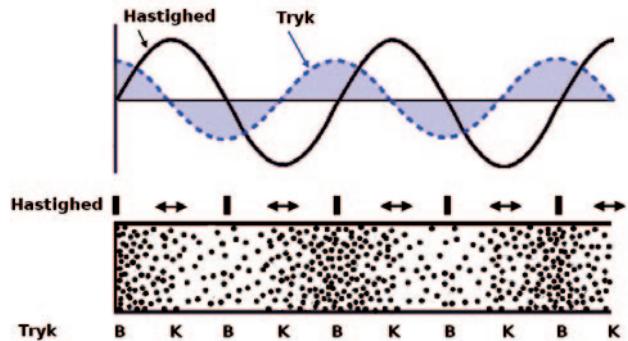
Under alle omstændigheder er afstanden mellem to nabo-knuder (eller to nabo-buge) givet ved

$$\Delta L = \frac{\lambda}{2}$$

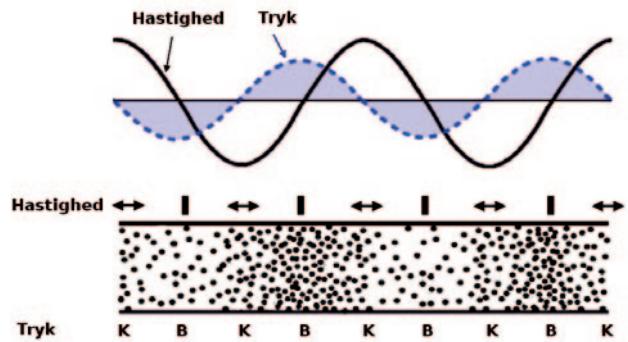
Lukkede ender



En lukket og en åben ende



Åbne ender



Lydens hastighed i en gas



Formål

I dette eksperiment mäter vi lydens hastighed i en gas. CO₂ foreslås – atmosfærisk luft fungerer lige så godt. Resonansrøret er lukket i begge ender i dette eksperiment. Hvis der bruges almindelig luft, kan andre variationer af opstillingen benyttes.

Procedure

Hvis stemplet sidder i røret, tages det ud. Sæt begge endestykker på. Forbind mikrofon og højttaler som vist. Anbring spidsen af mikrofonen, så den lige netop stikker ind i røret i enden modsat højttaleren. Juster frekvensen f til ca. 100 Hz og kontroller, at der er udslag på voltmeteret eller oscilloskopet.

Nu fyldes resonansrøret med CO₂. Undgå at lukke gasen for hurtigt ud af trykflasken, da dette vil nedkøle apparatet. Vent derefter et par minutter, mens røret vender tilbage til stuetemperatur.

Varier frekvensen, til der er resonans (maksimalt signal fra mikrofonen) og noter frekvensen. Den laveste resonansfrekvens skulle forekomme omkring 150 Hz i CO₂ (190 Hz i luft). Denne betegnes grundtonen, eller den første harmoniske. Ved denne frekvens er rørlængden (mere præcist: længden af luftsøjlen i røret) $\lambda/2$.

Forøg nu frekvensen til ca. det dobbelte, og søg efter resonansen ved den anden harmoniske (rørlængden lig med λ). Fortsæt med tredje, fjerde ... n'te harmoniske. Noter den nøjagtige frekvens for hver resonans. For hver af de harmoniske svingninger kan bølgelængden bestemmes ud fra resonansbetingelsen.

Lydens hastighed kan beregnes, når bølgelængden og frekvensen er kendte:

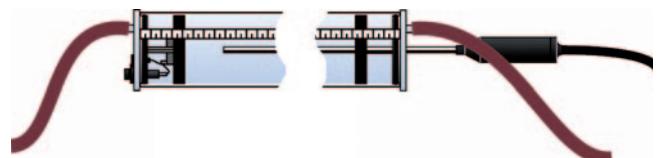
$$v = f \cdot \lambda$$

Sammenlign dine resultater med det teoretiske udtryk for en idealgas:

$$v = \sqrt{\frac{c_p \cdot R \cdot T}{c_v \cdot M}}$$

- hvor R er gaskonstanter, T er den absolute temperatur, c_p og c_v er varmefylden ved hhv. konstant tryk og konstant volumen, M er molmassen.

(I en blandet gas – f.eks. atmosfærisk luft – anvendes vedr. gennemsnit for c_p , c_v og M .)



Nødvendigt udstyr

- 2480.10 Resonansrør
- 2515.50 Mikrofonsonde
- 2515.60 Batteriboks
- Osciloskop eller digitalvoltmeter (AC)
- Carbondioxid

Transversale bølger på en streng

Hastigheden v af transversale bølger på en streng (snor) afhænger af strengens spænding F samt af dens specifikke masse ρ dvs. dens masse pr. længdeenhed. Formålet med dette eksperiment er at eftervise den følgende sammenhæng:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho}} \quad (1)$$

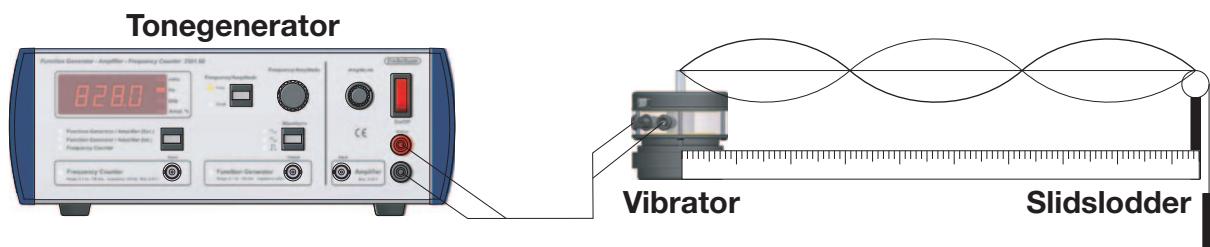
Vi har derfor behov for en uafhængig metode til at bestemme hastigheden. Dette gøres ved at finde en resonansfrekvens for strengen f , og den tilhørende bølgelængde λ , hvorefter vi kan beregne v

$$v = f \cdot \lambda \quad (2)$$

Strengen holdes stram af et lod med massen m_w , som trækker med kraften $F = m_w \cdot g$. Den specifikke masse findes ud fra massen m og længden x af strengen: $\rho = m/x$

Procedure

Anvend omkring 1,5 m af 3 forskellige nylon strenge (guitarstrenge/fiskeline) og bestem den specifikke masse for hver af dem. Skriv resultaterne i en kopi af tabel **A** herunder. For hver streng findes et antal resonanser for tre forskellige masser m_w . For hver kombination af streng og masse, skal du begynde med at finde grundtonen, hvor længden af den svigende del af strengen er $\lambda/2$. Fortsæt med to af overtonerne. På billedet herunder svinger strengen på den tredje harmoniske, så $L = 3 \cdot \lambda/2$ – herfra kan λ findes. Skriv resultaterne ned i en stor tabel (27 linjer) som tabel **B** herunder.



Tabel A Streng nr.	mass m kg	længde x m	specifik masse ρ kg/m
1			
2			
3			

Tabel B	masse m_w kg	spænding $F = m_w \cdot g$ N	frekvens f s^{-1}	bølgelængde λ m	hastighed (1) $v = f \cdot \lambda$ m/s	hastighed (2) $v = \sqrt{F / \rho}$ m/s
Streng nr.						

De sidste to søjler skulle gerne give de samme resultater – bortset fra måleusikkerheder. En god måde at teste den generelle overensstemmelse er at

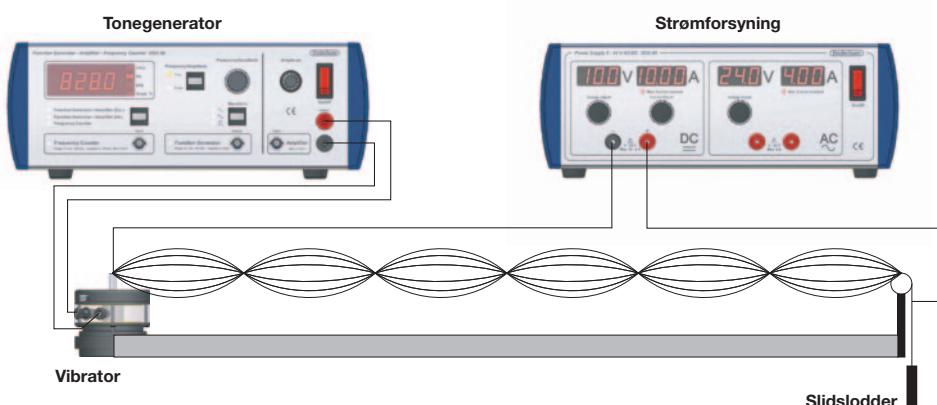
plotte hastighed (2) som funktion af hastighed (1). Punkterne skulle gerne ligge tæt på en ret linje med hældning 1.

Glødetråd

Dette lille demonstrationeksperiment er en variant af "svingende streng" og fremtræder smukt og effektfULDt. Det bør vises i et mørklagt lokale.

Ideen er i al simpelhed at frembringe stående bølger på en metaltråd, som er bragt til svag glødning vha. en elektrisk strøm.

Opstillingen kan se således ud:



Man kan f.eks. anvende en blomstertråd med længden 1,30 m. En strøm på 7 A vil give en passende kirsebærød farve. Hænger man et lod på 100 g i tråden og lader funktionsgeneratoren med forstærker drive vibratoren med ca. 45 Hz, vil 5-6 knuder vise sig på tråden.

Ved knunderne vil tråden fortsat være rødgłødende,

hvorimod svingningsbugene vil afkøles til sort pga. luftkøllingen.

Eltislutningen kan foregå med krokodillenæb eller lignende. En metaltrisse er hensigtsmæssig til at give kontakt (pas på med plastictrisser – de smelter i varmen). Trådtype, belastning og frekvens kan varieres efter behag.

Tekniske specifikationer:

Forsyningsspænding:	230 volt AC +6%/-10% - 50/60 Hz
Effektforbrug:	13 Watt i tomgang, 60 Watt ved fuld belastning
Sikringer:	2 x 1 AT
Dimensioner:	297 x 225 x 118 mm
Vægt:	3,7 kg

Signaldel

Frekvensområde:	0,1 Hz to 100 kHz
Kurveformer:	Sinus, trekant og firkant
Udgangsspænding, sinus:	0 to 20 Vpp
Udgangsimpedans:	600 Ω
Forvrængning, typisk:	0,5% THD ved 1 kHz sinus

Forstærker

Frekvensområde:	DC to 50 kHz (-3dB)
Udgangseffekt:	10 Watt RMS i 4 Ω
Udgangsspænding: ±10 Vpp.	Signal/støj-forhold: > 92 dB.
Indgangsimpedans: 10 k Ω	Forstærkning, max.: 10

Modulation

Indgangsimpedans:	100 kΩ// 100 pF
Max. indgangsspænding:	± 25 V

Frekvensmåling

Område:	0,1 Hz til 150 kHz
Opløsning:	4 cifre
Nøjagtighed:	± 1 på LSD

Reklamationsret

Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato.

Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.

Reklamationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet, dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.

Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksens. Med mindre andet er aftalt med Frederiksens, skal fragtbeløbet forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt. Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af garantien. Frederiksens betaler for returnering af udstyret efter garantireparationer.

© A/S Søren Frederiksens, Ølgod

Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse hvortil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes på vores hjemmeside.