

Leistungsverstärker ± 250 V, 1 A

Version 1.00



Bedienungsanleitung

Dokument-Version 0, erstellt am 07.06.2010

Inhalt

Sicherheitshinweise	4
Technische Daten	6
Charakteristik.....	6
Eingang	6
Ausgang	6
Kühlung	6
Stromversorgung.....	7
Allgemein.....	7
Lieferungsumfang.....	8
Abb. 1. Anschlüsse und Bedienungselemente an der Frontplatte des Leistungsverstärkers.....	9
Beschreibung.....	10
Inbetriebnahme	11
Typische Charakteristiken.....	15
Abb. 2. Niederfrequenz-Rauschen der Ausgangsspannung.....	15
Abb. 3. Breitband-Rauschen der Ausgangsspannung ohne Last.....	15
Abb. 4. Breitband-Rauschen der Ausgangsspannung mit einer Last von 10 nF.	15
Abb. 5. Breitband-Rauschen der Ausgangsspannung mit einer Last von 100 nF.	15
Abb. 6. Frequenzspektrum des Ausgangsrauschens.	15
Abb. 7. Restwelligkeit der Ausgangsspannung.....	15
Abb. 8. Frequenzabhängigkeit der Kleinsignal-Verstärkung bei verschiedenen Lasten.	16
Abb. 9. Frequenzabhängigkeit der Phase der Kleinsignal- Verstärkung bei verschiedenen Lasten.....	16
Abb. 10. Leistungsbandbreite bei verschiedenen Lasten.	16
Abb. 11. Frequenzabhängigkeit der Phase der Großsignal- Verstärkung bei Lasten bis zu 100 nF.	16
Abb. 12. Zeitlicher Verlauf des Ausgangssignals ohne Last bei einer Spannungsänderung von 2 V.....	17

Abb. 13. Zeitlicher Verlauf des Ausgangssignals ohne Last bei einer Spannungsänderung von 400 V.....	17
Abb. 14. Zeitlicher Verlauf des Ausgangssignals mit einer Last von 10 nF bei einer Spannungsänderung von 2 V.....	17
Abb. 15. Zeitlicher Verlauf des Ausgangssignals mit einer Last von 10 nF bei einer Spannungsänderung von 400 V.....	17

Sicherheitshinweise

- Das Gerät darf nur vom geschulten Personal installiert und genutzt werden. Lesen Sie vor der Installation sorgfältig diese Bedienungsanleitung. Beachten Sie unbedingt immer die Sicherheitshinweise und Warnungen in dieser Bedienungsanleitung.
- Das Gerät ist nur für den Betrieb in trockenen geschlossenen Laborräumen vorgesehen. Um Wasserdampfkondensation zu vermeiden, warten Sie immer vor dem Einschalten des Gerätes, bis sich die Gerätetemperatur der Umgebungstemperatur angepasst hat. Beachten Sie dies insbesondere nach dem Transport des Gerätes.
- Schalten Sie das Gerät niemals ein, wenn es beschädigt ist oder wenn es nicht richtig funktioniert. Benutzen Sie niemals beschädigte Kabel oder anderes Zubehör.
- Öffnen Sie niemals das Gerätegehäuse. Installieren Sie nie Ersatzteile oder modifizieren das Gerät. Das Gerät enthält keine Teile, die vom Benutzer repariert oder ausgetauscht werden dürfen.
- Um Beschädigungen zu vermeiden, schalten Sie die Netzschnur nur in eine korrekt beschaltete und geerdete Steckdose ein. Versichern Sie sich, dass die Netzspannung dem am Gerät eingestellten Nominalwert entspricht und dass die eingesetzte Sicherung den korrekten Wert besitzt. Betreiben Sie das Gerät niemals während eines Gewitters.
- Benutzen Sie niemals aggressive oder ätzende Reinigungsmittel, meiden Sie die Benutzung organischer Lösungsmittel. Wenn nötig, reinigen Sie das Gehäuse mit weichem feuchtem Tuch. Versichern Sie sich, dass das Gerät vor dem Einschalten komplett trocken und sauber ist.

! Warnung: Das Gerät erzeugt lebensgefährliche Spannungen. Berühren Sie niemals die Ausgangsanschlüsse, auch wenn das Gerät ausgeschaltet ist.

! Warnung: Der Verstärker ist ein elektronisches Gerät, dass empfindlich auf elektrostatische Elektrizität ist. Während der Manipulation mit dem Verstärker die ESD-Schutzmaßnahmen (*ElectroStatic Discharge*) müssen unbedingt einbehalten werden.

- ! **Vorsicht:** Blinkt die Leuchtdiode an der Frontplatte grün, fassen Sie den Kühlkörper nicht an, um Verbrennungen zu vermeiden.
- ! **Warnung:** Das Gerät wiegt etwa 30 kg. Benutzen Sie eine stabile Unterlage für seinen Betrieb.
- ! **Vorsicht:** Legen Sie an die BNC-Buchse V_{IN} keineswegs Spannungen höher als 10 V an. Eine höhere Spannung würde die Bauteile überlasten und das Gerät dauerhaft beschädigen. Aus demselben Grund darf keine Spannung angelegt werden, wenn das Gerät ausgeschaltet ist. Ein Defekt in dem Eingangskreis weist auf eine Fehlbedienung hin, diese führt zum Garantieverlust.
- ! **Vorsicht:** Obwohl die Leistungs-Bandbreite des Gerätes ohne Last höher ist als 100 kHz, darf der Verstärker mit maximaler Amplitude nur bis 100 kHz betrieben werden. Bei Missachtung dieser Regel kann das Gerät überlastet und folglich dauerhaft beschädigt werden. Ein solcher Defekt führt zum Garantieverlust.

Technische Daten

Charakteristik

- Hochspannungs-Leistungsverstärker
- hohe Ausgangsleistung, hohe Bandbreite
- Gleichspannungsgenauigkeit, niedriges Rauschen
- kurzschlussfest, Überstrom- und Übertemperaturschutz
- 6HE 19"-Gehäuse mit aktiver Kühlung

Eingang

- Anschluss: 50 Ω -BNC-Buchse
- Eingangsspannung: ± 1 V
- erlaubte Überlastung: ± 10 V
- Eingangsimpedanz: ca. 1 M Ω
- Eingangsstrom: 0,25 μ A typ., 2 μ A max.

Ausgang

- Anschluss: 50 Ω -MHV-Buchse
- Ausgangsspannung: ± 250 V
- Ausgangsstrom: ± 1 A dauerhaft, Spitzenwert: ± 2 A typ.
- Kurzschlussfestigkeit: Kurzschlussdauer nicht begrenzt
- Bandbreite mit kapazitiver Last von 0..10 nF (-3 dB): DC...>300 kHz
- Leistungs-Bandbreite (Sinus-Ausgang 250 V_p):
 - >100 kHz ohne Last
 - 90 kHz typ. bei kapazitiver Last von 10 nF
- Ausgangs-Offsetspannung: 5 mV typ., < 10 mV
- Rauschen und Restwelligkeit (DC-10 MHz):
 - 50 mV_{eff} typ., < 100 mV_{pp}
- Genauigkeit der Verstärkung bei niedrigen Frequenzen:
 - < 4% (1% typ.)
- Temperaturkoeffizient der Verstärkung bei niedrigen Frequenzen:
 - < 200 ppm/K (50 ppm/K typ.)

Kühlung

- passive Kühlung: Strangkühlkörper an der Rückwand
- aktive Kühlung: vier Lüfter (120 x 120 x 38 mm³, max. 3400 U/min)
- Lüftersteuerung:
 - proportionaler Regler
 - Regelverhalten: ca. -20 170 U/min/°C
 - Regelschwelle: ca. 30°C

- Drehzahl bei niedrigen Temperaturen (< 30°C): ca. 600 U/min
- Temperaturüberwachung:
Abschaltswelle ca. 60°C
Hysterese: ca. 10°C

Stromversorgung

- Nennspannung: 230 V oder 115 V $\pm 10\%$
(umschaltbar durch einen Spannungswahlschalter)
- Nennfrequenz: 50/60 Hz
- Netzanschluss: IEC-Kaltgerätestecker mit integriertem Sicherungshalter und EMC-Filter
- Einschaltstrom: <2 A bei 230 V, <4 A bei 115 V
(limitiert durch einen Einschalt-Strombegrenzer)
- Leistungsaufnahme:
800 VA mit Volllast
100 VA ohne Last
- Sicherung:
T 5 A bei 230 V, T 8 A bei 115 V
Größe $\varnothing 5 \times 20$ mm

Allgemein

- Farbe:
Frontplatte, Rückplatte: naturfarbig eloxiert
Beschriftung: Gravur schwarz eingefärbt
Seitenteile: schwarz lackiert
Deck- und Bodenblech: silbergrau lackiert
Kühlkörper: schwarz eloxiert
- Abmessungen:
6 HE 19"-Tischgehäuse:
Höhe: 266 mm, Breite: 448 mm, Tiefe: 380 mm
Gesamttiefe mit Kühlkörper, Lüftern und Griffen: 550 mm
Gesamthöhe mit Gehäusefüßen: 280 mm
- Gewicht: 28 kg

Lieferungsumfang

- Leistungsverstärker ± 250 V, 1 A
- Netzkabel
(Kaltgeräte-Anschlusskabel, Länge 1,8 m, Farbe: schwarz)
- Ersatzsicherung 5×20 mm, T 5 A, bzw. T 8 A
(eingebaut im Sicherungshalter)
- Bedienungsanleitung
(elektronisch als Adobe pdf)

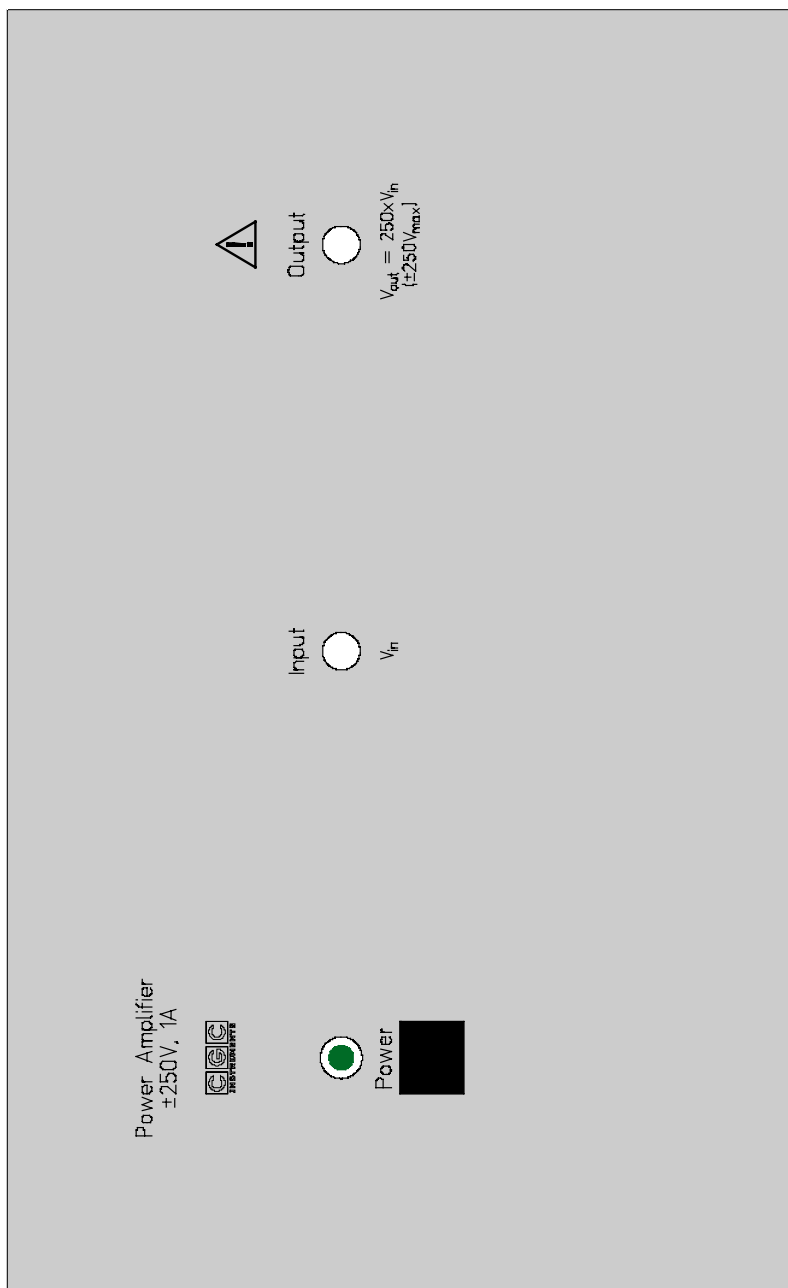


Abb. 1. Anschlüsse und Bedienungselemente an der Frontplatte des Leistungsverstärkers.

Beschreibung

Das Gerät besteht aus einem Hochspannungs-Leistungsverstärker mit integriertem Netzteil. Die maximale Ausgangsspannung beträgt 250 V, da sich die Verstärkung auf 250 beläuft, wird die maximale Ausgangsspannung bei einem Eingangssignal mit einer Amplitude von 1 V erreicht.

Das Gerät kann dauerhaft einen Ausgangsstrom von etwa 1 A liefern. Der Spitzenstrom liegt typisch bei 2 A, dieser Wert bestimmt die maximale Amplitude eines unverzerrten sinusförmigen Ausgangssignals in eine kapazitive Last:

$$V_{\text{OutMax}} = \frac{I_{\text{OutMax}}}{2\pi \cdot f \cdot C_L}$$

I_{OutMax} steht für den Spitzenwert des Ausgangsstroms, f für die Signalfrequenz und C_L für die Lastkapazität.

Der Verstärker ist rauscharm und gleichspannungsgenau. Er kann ohne Stabilitätsprobleme kapazitive Lasten in Bereich von bis zu mehreren 10 nF treiben. Eine kapazitive Last beeinflusst den Frequenzgang des Verstärkers und schränkt, wie oben beschrieben, seine Leistungsbandbreite ein. Während Lastkapazitäten von mehreren 100 pF keinen signifikanten Einfluss auf die Funktion des Gerätes haben, ist bei Lasten im nF-Bereich mit einer Änderung der Bandbreite zu rechnen. Die Länge der Anschlusskabel ist in der Regel unkritisch, da Koaxialleitungen in der Regel Kapazitäten von maximal 100 pF/m besitzen.

Das Gerät ist mit einer elektronischen Kurzschluss- und Temperatursicherung ausgestattet, weiterhin wird die Funktion der Lüfter am Kühlkörper überwacht. Die Kurzschlussicherung begrenzt den Ausgangsstrom auf etwa 1 A, und zwar unabhängig von der Ausgangsspannung, d.h. auch im Kurzschlussfall. Die Temperatursicherung nutzt mehrere Temperatursensoren, welche die Temperaturen der Leistungs-Halbleiterbauelemente abtasten. Die gemessenen Temperaturen werden einerseits zur Steuerung der Lüfter am Kühlkörper genutzt, andererseits erzwingen Sie das Abschalten der Stromversorgung, wenn eine der Temperaturen einen kritischen Wert erreicht. Eine solche Überhitzung wird durch grünes Blinken der Leuchtdiode an der Frontplatte signalisiert. Blinkt die Leuchtdiode rot, funktioniert einer der Lüfter nicht.

Inbetriebnahme

Vor der Inbetriebnahme muss das Gerät visuell auf eventuelle Transportschäden kontrolliert werden.

- ! **Vorsicht:** Bei Feststellung jeglicher Mängel muss das Gerät sofort eingeschickt werden. Auf keinen Fall weiter in Betrieb nehmen!

Das Gerät muss nach dem Transport gut temperiert werden, um Wasserdampfkondensation zu vermeiden. Die Plastikschtzhülle darf erst dann entfernt werden, wenn sich die Temperatur des Gerätes der Umgebungstemperatur angepasst hat.

- ! **Vorsicht:** Das Gerät arbeitet mit hohen Spannungen. Ein sicherer Betrieb ist nur dann möglich, wenn alle Teile des Gerätes absolut trocken sind und sich nirgendwo im Geräteinneren kondensiertes Wasser befindet. Wasserfeuchtigkeit kann lebensgefährliche Stromschläge verursachen oder eine dauerhafte Beschädigung des Gerätes hervorrufen.

Die Netzleitung wird an den Kaltgeräte-Netzstecker an der Rückwand angeschlossen. Vor dem Einschalten muss ggf. der Nennwert der Netzspannung eingestellt und eine entsprechende Gerätesicherung eingebaut werden. Der Nennwert der Netzspannung kann mit dem Spannungswahlschalter zwischen 230 V und 115 V umgeschaltet werden. Der Sicherungshalter ist in dem Kaltgerätestecker an der Rückplatte integriert.

- ! **Warnung:** Wird das Gerät an eine höhere Netzspannung angeschlossen, als dem eingestellten Wert entspricht, kann es dauerhaft beschädigt werden. Überprüfen Sie daher vor der Inbetriebnahme unbedingt den am Spannungswahlschalter eingestellten Wert.

Beim Einbau des Gerätes ist auf eine gute Kühlung zu achten. Weder der an der Rückplatte angebrachte Kühlkörper noch die Boden- und Deckbleche dürfen abgedeckt werden. Insbesondere beim Einbau in geschlossene Geräteschränke muss auf eine hinreichende Luftzufuhr geachtet werden.

Um das Ausgangsrauschen des Verstärkers zu minimieren, muss darauf geachtet werden, dass das Gerät nicht starken externen magnetischen Streufeldern (nicht magnetisch abgeschirmte Transformatoren, Schaltnetzteile, usw.) ausgesetzt wird.

Vorsicht: Sowohl die Inbetriebnahme als auch die weitere Bedienung des Gerätes darf nur von geschultem Personal durchgeführt werden.

- Eine falsche Bedienung kann zur Zerstörung des Gerätes führen.
- Das Gerät produziert hohe Spannungen. Die Manipulation mit den Anschlüssen ist lebensgefährlich.

Nach dem Einschalten des Gerätes leuchtet die Leuchtdiode an der Frontplatte grün auf. Dies zeigt die Anwesenheit der Netzspannung an. Leuchtet die Leuchtdiode nicht, liegt entweder keine Netzspannung vor oder ist die Sicherung unterbrochen. Überprüfen Sie den Netzanschluss und die Sicherung. Ist die Sicherung unterbrochen, tauschen sie diese aus. Die Ersatzsicherung befindet sich in dem Sicherungshalter in dem Kaltgerätestecker an der Rückwand.

Warnung: Wird die Sicherung beim nächsten Einschaltversuch erneut ausgelöst, muss das Gerät eingeschickt werden. Es liegt höchstwahrscheinlich ein ernsthafter Defekt vor, auf keinen Fall weiter in Betrieb nehmen!

Blinkt die Leuchtdiode an der Frontplatte grün, ist der Kühlkörper beim Betrieb zu heiß geworden, die Temperatursicherung wurde aktiviert und die Versorgungsspannung des Verstärkers abgeschaltet. Um den normalen Betriebszustand wiederherzustellen, muss der Kühlkörper wieder abkühlen. Dazu soll das Gerät eingeschaltet bleiben, die Lüfter am Kühlkörper sorgen für die erforderliche Zwangskühlung. Wird die zulässige Betriebstemperatur wieder erreicht, leuchtet die Leuchtdiode erneut dauerhaft grün und die Versorgungsspannung des Verstärkers wird eingeschaltet. Das Aktivieren der Temperatursicherung deutet darauf hin, dass das Gerät überlastet wurde oder dass die Kühlung nicht ausreichend war.

Blinkt die Leuchtdiode an der Frontplatte rot, funktioniert einer der Lüfter am Kühlkörper nicht. Ein weiterer Betrieb ist möglich, eine Überhitzung kann dabei jedoch deutlich früher als unter normalen Bedingungen eintreten. Um dies zu verhindern, soll der defekte Lüfter so schnell wie möglich ersetzt werden. Dies kann nicht vom Benutzer durchgeführt werden, schicken Sie dazu das Gerät ein.

Warnung: Funktioniert einer der Lüfter nicht, wird das Aktivieren der Temperatursicherung nicht angezeigt. Die Leuchtdiode blinkt rot unabhängig von der Kühlkörpertemperatur, die Funktion der Temperatursicherung wird dadurch jedoch nicht beeinträchtigt.

Kann das Gerät ohne eine Fehlanzeige eingeschaltet werden, kann die Funktion des Verstärkers überprüft werden. Schließen Sie den Eingang kurz und messen Sie die Ausgangsspannung mit einem Voltmeter. Die Offsetspannung muss sich innerhalb weniger Minuten nach dem Einschaltvorgang auf den in den technischen Daten angegebenen Wert stabilisieren. Sollte sie wesentlich höher sein, überprüfen Sie den Kurzschluss am Eingang. Wenn das Problem besteht, muss das Gerät zu Inspektion eingeschickt werden.

Besitzt die Offsetspannung einen korrekten Wert, schließen Sie eine Signalquelle an den Eingang und ein Oszilloskop an den Ausgang an. Steuern Sie den Verstärker mit einem sinusförmigen Signal mit einer Frequenz von etwa 1 kHz an. Erhöhen Sie die Eingangsamplitude bis zu maximal 1 V und beobachten dabei die Ausgangsspannung. Diese muss ohne eine sichtbare Verzerrung der Eingangsspannung entsprechen. Erhöhen Sie die Signalfrequenz schrittweise bis zu 100 kHz und beobachten dabei die Ausgangsspannung. Der Verstärker muss auch bei der höheren Frequenz ein verzerrungsfreies Signal erzeugen.

- ! **Vorsicht:** Weicht die Ausgangsspannung von dem Erwartungswert ab, muss das Gerät eingeschickt werden. Auf keinen Fall weiter in Betrieb nehmen!

Schließen Sie die Last an und steuern Sie den Verstärker mit einem Signal an. Beobachten Sie mit einem Oszilloskop die Ausgangsspannung.

- ! **Vorsicht:** Meiden Sie immer eine Überlastung des Verstärkers. Weicht die Ausgangsspannung von dem Erwartungswert ab, reduzieren Sie sofort die Signalamplitude. Eine Überlastung kann eine dauerhafte Beschädigung des Gerätes hervorrufen.

- ! **Vorsicht:** Hohe kapazitive oder induktive Lasten können zu Instabilitäten des Verstärkers führen. Untersuchen Sie das Ausgangssignal immer mit einem Oszilloskop und bei Feststellung jeglicher Oszillationen darf das Gerät diese Last nicht treiben. Eine Missachtung dieser Regel kann zur Überlastung des Verstärkers und seiner dauerhaften Beschädigung führen.

Achten Sie beim Betrieb immer auf die Sauberkeit des Kühlkörpers und der Lüfter. Sie sollen in regelmäßigen Abschnitten den Kühlkörper und die Lüfter mit einem Staubsauger putzen. Die Kühlleistung eines stark verschmutzten Kühlkörpers kann wesentlich verringert werden,

dadurch kann eine Überhitzung wesentlich früher als erwartet eintreten. Ebenfalls beeinträchtigt die Verschmutzung die Lebensdauer der Lüfter.

! Vorsicht: Achten Sie beim Reinigen der Lüfter darauf, dass diese durch den externen Luftstrom nicht auf überhöhte Drehzahlen gebracht werden. Die in den Motoren der Lüfter induzierten Spannungen können ihre elektronische Steuerung beschädigen.

Typische Charakteristiken

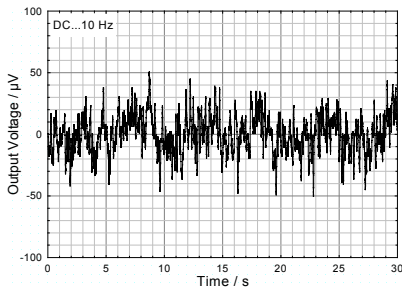


Abb. 2. Niederfrequenz-Rauschen der Ausgangsspannung.

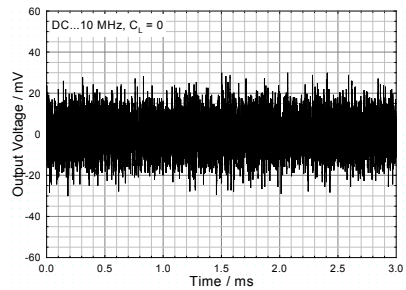


Abb. 3. Breitband-Rauschen der Ausgangsspannung ohne Last.

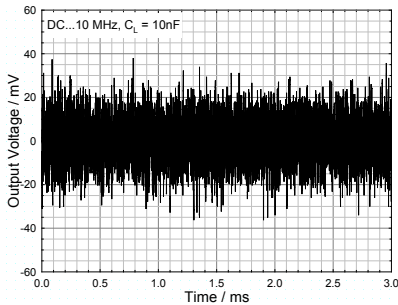


Abb. 4. Breitband-Rauschen der Ausgangsspannung mit einer Last von 10 nF.

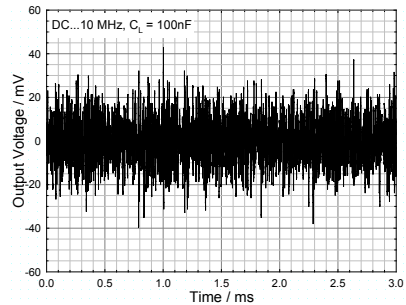


Abb. 5. Breitband-Rauschen der Ausgangsspannung mit einer Last von 100 nF.

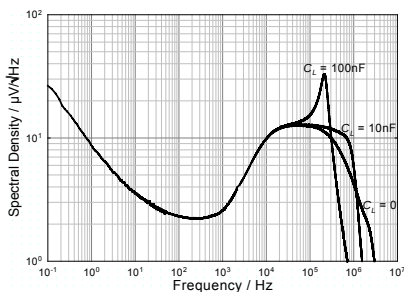


Abb. 6. Frequenzspektrum des Ausgangsrauschens.

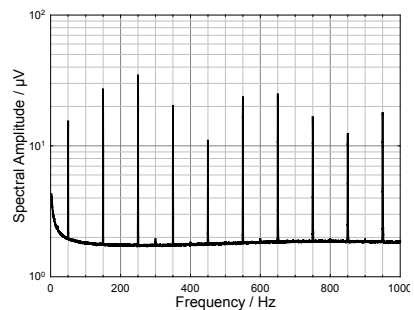


Abb. 7. Restwelligkeit der Ausgangsspannung.

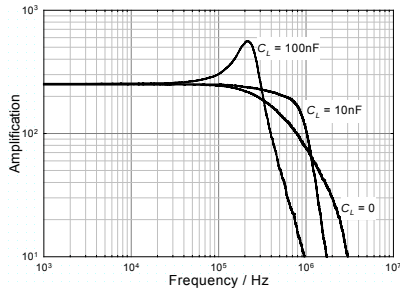


Abb. 8. Frequenzabhängigkeit der Kleinsignal-Verstärkung bei verschiedenen Lasten.

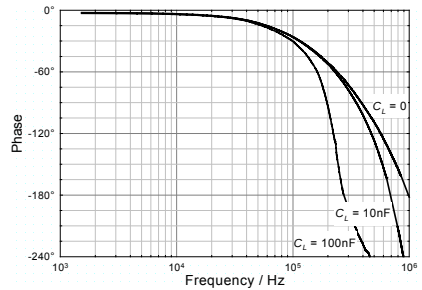


Abb. 9. Frequenzabhängigkeit der Phase der Kleinsignal-Verstärkung bei verschiedenen Lasten.

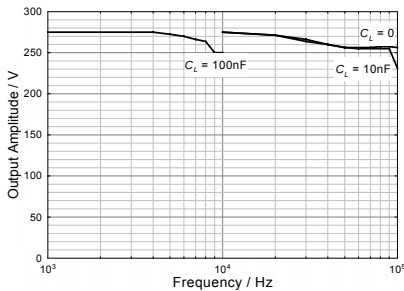


Abb. 10. Leistungsbandbreite bei verschiedenen Lasten.

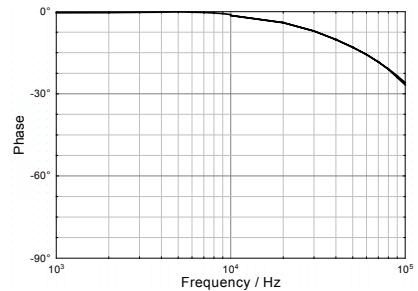


Abb. 11. Frequenzabhängigkeit der Phase der Großsignal-Verstärkung bei Lasten bis zu 100 nF.

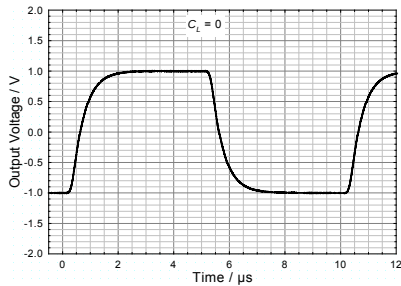


Abb. 12. Zeitlicher Verlauf des Ausgangssignals ohne Last bei einer Spannungsänderung von 2 V.

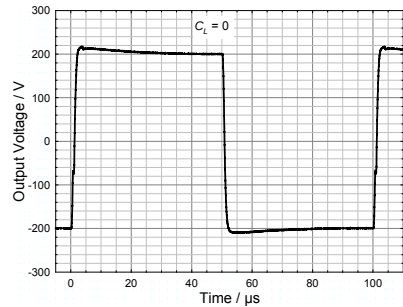


Abb. 13. Zeitlicher Verlauf des Ausgangssignals ohne Last bei einer Spannungsänderung von 400 V.

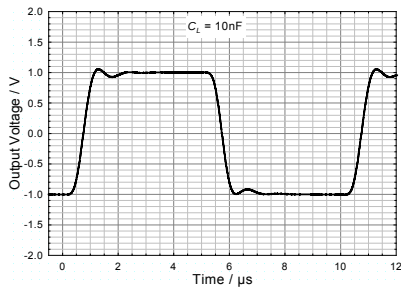


Abb. 14. Zeitlicher Verlauf des Ausgangssignals mit einer Last von 10 nF bei einer Spannungsänderung von 2 V.

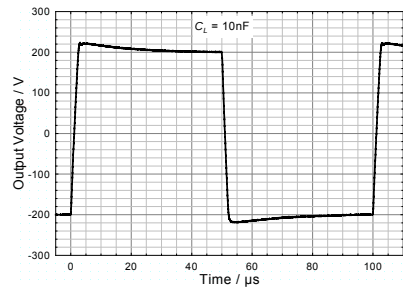


Abb. 15. Zeitlicher Verlauf des Ausgangssignals mit einer Last von 10 nF bei einer Spannungsänderung von 400 V.

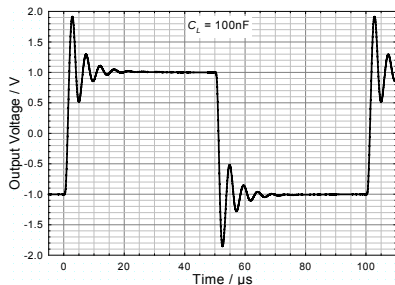


Abb. 16. Zeitlicher Verlauf des Ausgangssignals mit einer Last von 100 nF bei einer Spannungsänderung von 2 V.

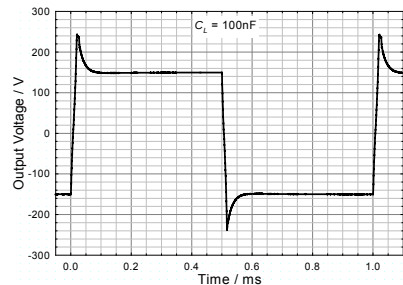


Abb. 17. Zeitlicher Verlauf des Ausgangssignals mit einer Last von 100 nF bei einer Spannungsänderung von 300 V.