

## White Paper No. 3

### Schwingungserreger antreiben

#### Aufgabe

Zwei Schwingungserreger (Exciter) mit einer Impedanz von  $Z = 4 \text{ Ohm} + 1.6 \text{ mH}$  sollen von je einem Leistungsverstärker mit konstantem Strom (maximal  $8 \text{ A}_p$ , Stellfaktor =  $1 \text{ V} / 1 \text{ A}$ ) im Frequenzbereich  $10 \text{ Hz}$  bis  $500 \text{ Hz}$  angesteuert werden. Die Phasenverschiebung zwischen Ausgangsspannung und Ausgangsstrom darf  $\pm 2^\circ$  nicht überschreiten und der Amplitudenfrequenzgang der Verstärker sollte nahezu identisch (Differenz  $< 0.05 \text{ dB}$ ) sein.

#### Lösung

Aus der bekannten Impedanz und dem gewünschten maximalen Strom errechnet sich die benötigte Spannung bei der höchsten Betriebsfrequenz zu:

$$U_p = I_p * |Z| = 8 * 6,42 = 51,4 [V_p]$$

Der gesuchte Leistungsverstärker muss also mindestens eine Ausgangsspannung von  $52 \text{ V}_p$  und einen Ausgangsstrom von  $8 \text{ A}_p$  als Stromverstärker liefern können. Die reaktive Last führt zu einer maximale Phasenverschiebung von  $52^\circ$  bei  $500 \text{ Hz}$ , so dass der Verstärker als Quelle und Senke betriebssicher sein muss (siehe auch: White Paper No. 1: [HUBERT 4-Quadrantenverstärker](#)).

Die Wahl fiel auf zwei 4-Quadrantenverstärker A1110-05-E aus der [HUBERT](#) Verstärkerfamilie, die im Strommodus arbeiten. Es wurden zwei leicht unterschiedliche Kompensationsnetzwerke (CN1, CN2) für den Regler des Stromverstärkers entworfen, die mit der Anwendersoftware A1110-E-Control ausgewählt werden können.

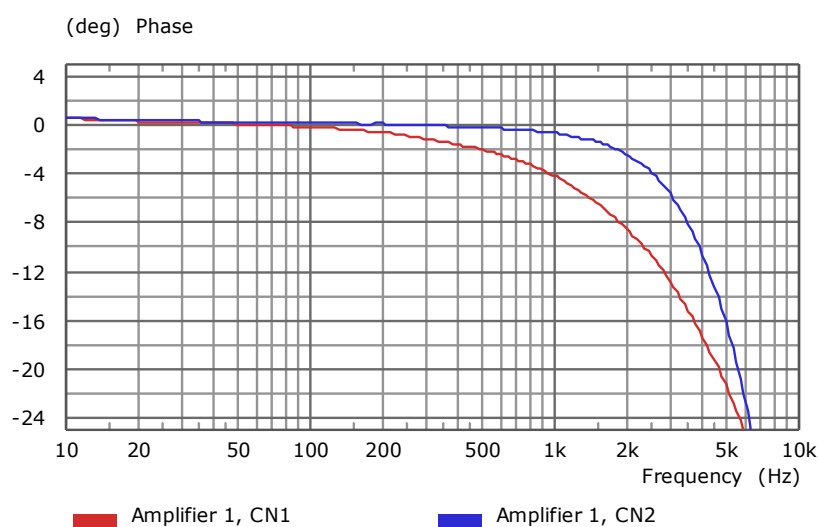


Abbildung 1: Current Phase Response

Die Abbildung 1 zeigt den Strom-Phasenverlauf eines A1110-05-E bei unterschiedlicher Kompensation CN1 und CN2 an der reaktiven Last (Schwingungserreger). Die rote Kurve erfüllt die Anforderung punktgenau; die blaue Kurve erreicht den geforderten Grenzwert erst bei ca. 1,8 kHz. Oder anders herum: Bei 500 Hz ist die Phasenverschiebung  $< 0.5^\circ$  und somit deutlich von den geforderten  $2^\circ$  entfernt.

Dies hat jedoch einen kleinen Preis, wie in der Abbildung 2 zu sehen ist.

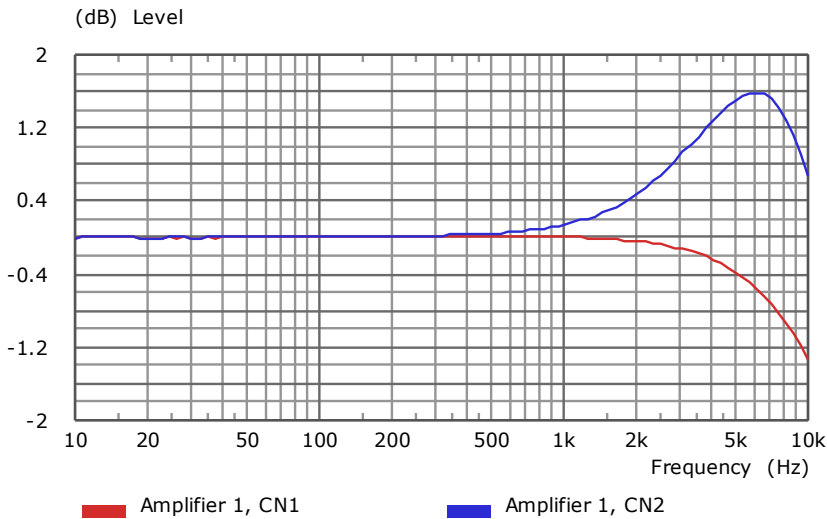


Abbildung 2: Current Amplitude Response

Dargestellt wird der auf 0 dB normierte Strom-Amplitudenverlauf. Der rote Stromverlauf fällt ab 2 kHz sanft ab, wobei dagegen der blaue Stromverlauf ab ca. 700 Hz ansteigt. Die Entscheidung, inwieweit der „Überschwinger“ bei ca. 6 kHz akzeptabel ist obliegt dem Anwender. Ein stabiler Betrieb des Leistungsverstärkers ist mit beiden Netzwerken gewährleistet.

Die Einhaltung des geforderten „Gleichlaufes“ der beiden Stromverstärker verdeutlicht die in Abbildung 3 aufgezeigte Differenz der Strom-Amplitudenverläufe.

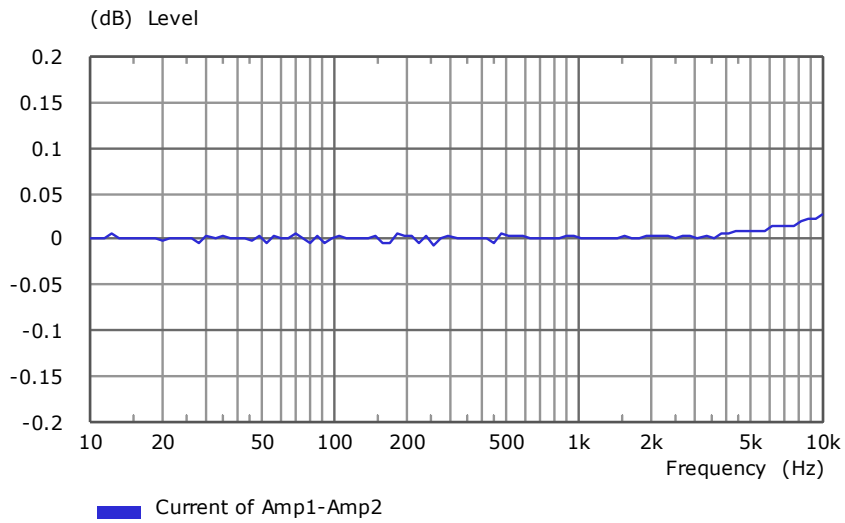


Abbildung 3: Difference Current Amplitude Response of Amp1 and Amp2



Dr. Hubert GmbH  
 Universitätsstraße 142  
 44799 BOCHUM  
 GERMANY  
 Tel. +49 234 970569-0  
 Fax. +49 234 970569-29  
 sales@drhubert.de  
 www.drhubert.de