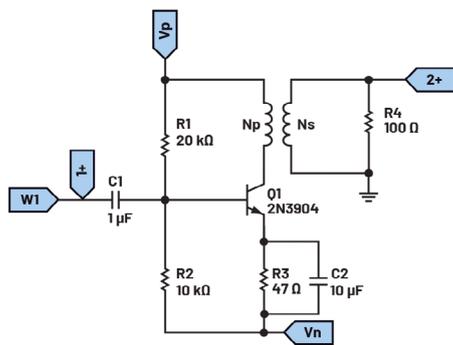
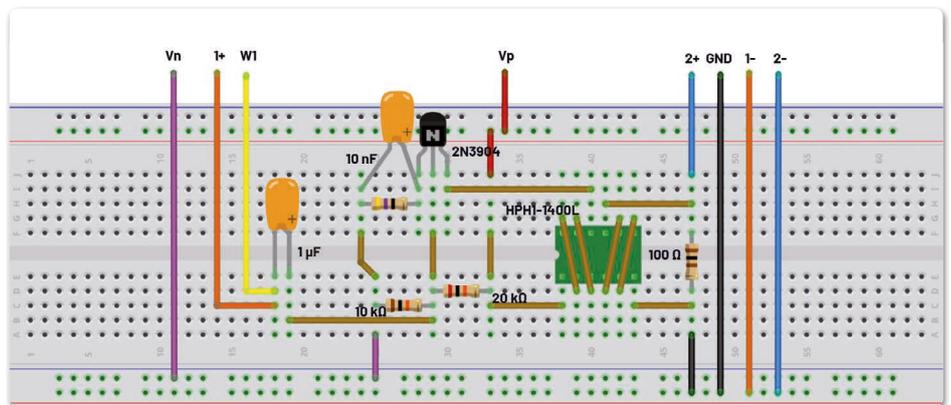


## Über Trafos gekoppelte Verstärker



**Bild 1: Ein mit Transformator gekoppelter Klasse-A-Verstärker**



**Bild 2: Demo-Aufbau eines über Transformator gekoppelten Klasse-A-Leistungsverstärkers**

Die Zielsetzung dieses Artikels ist es, sich mit dem Einsatz von über Transformatoren gekoppelten Verstärkern zur Impedanzanpassung vertraut zu machen. Hierzu dient die in Bild 1 dargestellte Schaltung. Es ist ein über einen Transformator gekoppelter Klasse-A-Leistungsverstärker. Er entspricht einem normalen Verstärker, wobei die Kollektorlast über einen Transformator verbunden wird.

### Schaltungsbeschreibung

In dieser Konfiguration stellen R1 und R2 als Spannungsteiler die Basisspannung ein, während R3 zur Arbeitspunkteinstellung und -stabilisierung genutzt wird. Der Bypass-Kondensator C2 dient dazu, in der Emitter-Schaltung eine negative Rückkopplung zu verhindern.

Die Leistung, die vom Leistungsverstärker an den Verbraucher geliefert wird, ist nur dann maximal, wenn die Impedanz des Verstärkerausgangs der Impedanz der Last  $R_L$  (R4) entspricht. Dazu ist der Abgleich der Impedanzen des Verstärkerausgangs und der Last notwendig.

Dies wird mit einem abwärts-wandelnden Trafo mit einem geeigneten Verhältnis der Windungszahlen erreicht. Bekanntlich variiert das Verhältnis des Ein- und Ausgangswiderstands des Trafos direkt mit dem Quadrat des Windungsverhältnisses.

Der Wirkungsgrad eines Klasse-A-Leistungsverstärkers liegt praktisch bei 30% und lässt sich mit einem transformator-gekoppelten Klasse-A-Leistungsverstärker auf 50% steigern. Der erhöhte Wirkungsgrad ist einer der vielen Vorteile dieser Konfiguration, aber ein transformator-gekoppelter Klasse-A-Leistungsverstärker bietet noch weitere Vorzüge:

- kein Verlust der Signalleistung in den Basis- oder Kollektorwiderständen
- exzellente Impedanzanpassung
- hohe Verstärkung
- DC-Isolation

Allerdings ist eine solche Konfiguration auch nicht perfekt und hat die folgenden Nachteile:

- Signale mit geringer Frequenz werden vergleichsweise schwach verstärkt.
- Von den Transformatoren können magnetische Störsignale wie z.B. Brummgeräusche eingefangen werden.
- Die Trafos sind groß und teuer.
- Der Frequenzgang ist schlecht.

### Die verwendeten Materialien

- aktives Lernmodul ADALM2000
- lötfreie Steckplatine mit einem Satz an Jumper-Drähten
- NPN-Transistor (2N3904)
- 10-kOhm-Widerstand
- 20-kOhm-Widerstand
- 100-Ohm-Widerstand
- 1-μF-Kondensator
- Transformator mit je sechs Windungen HPH1-0190L/1400L

Die Schaltung in Bild 1 wurde aufgebaut und wie in Bild 2 dargestellt als Referenz verwendet. Vom ADALM2000 wurden dazu  $\pm 5$  V als Versorgung angelegt.

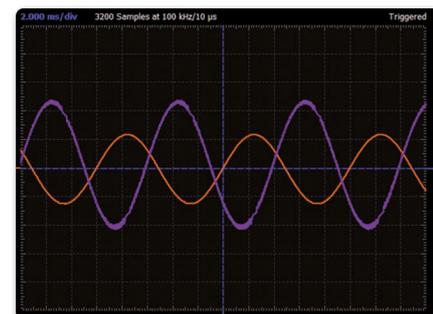
Kanal 1 des Signalgenerators wird so eingestellt, dass er eine 100-Hz-Sinuswelle mit 500 mV und 0 V Offset erzeugt. Dann werden beide Kanäle des Oszilloskops auf dem Bildschirm dargestellt. Das Ergebnis sollte dem in Bild 3 entsprechen.

### Wer schreibt:

Antoniu Miclaus ist System Applications Engineer bei Analog Devices und arbeitet in den ADI-Academic-Programmen und auch an eingebetteter Software für Schaltungen aus dem Lab®, QA-Automatisierung und Prozessmanagement. Er fing im Februar 2017 an, bei Analog Devices in Cluj-Napoca,

Rumänien, zu arbeiten. Er besitzt einen M.Sc.-Titel von der Babes-Bolyai-Universität und einen B.Eng.-Titel in Elektronik und Kommunikation von der Technischen Universität in Cjui-Napoca.

Doug Mercer erwarb seinen B.S.E.E.-Titel 1977 am Rensselaer Polytechnic Institute (RPI). Seit er im selben Jahr zu Analog Devices kam, beschäftigte er sich direkt oder indirekt mit über 30 Datenwandler-Produkten und besitzt 13 Patente. 1995 wurde er in die Position eines ADI-Fellow befördert. 2009 beendete er seinen Vollzeit-Job arbeitete aber weiter als Berater für ADI als Fellow Emeritus im Active-Learning-Programm. 2016 wurde er zum Engineer-in-Residence in der ECSE-Abteilung im RPI berufen. ◀



**Bild 3: Vergleich der Ein- und Ausgangsspannungen**

*Autoren:  
Antoniu Miclaus  
System Applications Engineer,  
Doug Mercer  
Consulting Fellow  
Analog Devices Inc.  
www.analog.com*