

Operationsverstärker

Name, Vorname	Signum	Datum:	
1.		Studiengang:	B2ET
2.		Gruppe:	
3.			

Anlagenverzeichnis:	Note:

1. Lernziele

Umgang mit Operationsverstärkern, Grundsaltungen, Offsetkompensation, Rechenschaltungen. Für die Versuchsdurchführung wird die Platine „II.4-SN1“ der HPI-Platinen benutzt (siehe Seite 6).

2. Vorbereitung

a) Parameter der verwendeten OPV

Stellen Sie die wichtigsten Parameter der beiden OPV „709“ und „741“ in einer Tabelle aus einem von Ihnen ausgewählten Datenblatt zusammen.

b) Grundsaltungen des OPV

b.1) Invertierender Verstärker

- Welche Verstärkungen sind mit den vorhandenen Widerständen auf der Platine für beide OPV möglich (alle Kombinationen der vorhandenen Widerstände „R₁“ und „R₂“)?
- Skizzieren Sie die Schaltung.

b.2) Nichtinvertierender Verstärker

- Welche Verstärkungen sind mit den vorhandenen Widerständen auf der Platine für den OPV „741“ möglich (alle Kombinationen der vorhandenen Widerstände „R₁“ und „R₂“)?
- Skizzieren Sie die Schaltung.
- Entwerfen Sie mit dem OPV „741“ einen Spannungsfolger.
Wie kann der Eingangswiderstand des Spannungsfolgers messtechnisch ermittelt werden?

c) Rechenschaltungen

c.1) Addierer

- Entwerfen Sie mit dem OPV „741“ einen Addierer, der die folgende Gleichung erfüllt:

$$-U_A = 2 \cdot U_{E1} + U_{E2}$$
 . Geben Sie den möglichen Wertebereich für die Ergebnisvariable U_A an.
- Wie müsste die Schaltung für ein positives Ausgangssignal aussehen?

c.2) Sensoranpassung mit OPV

- Ein Sensor bzw. Messwandler erzeugt eine Messspannung von $[-10,0 \text{ V (0\%)} \dots +10,0 \text{ V (100\%)}]$. Dieses Messsignal soll an den Analog-Digital-Umsetzer eines Microcontrollers mit einem Eingangsspannungsbereich von $[0,0 \text{ V (0\%)} \dots +5,0 \text{ V (100\%)}]$ angeschlossen werden.
Entwerfen Sie eine Schaltung mit OPV, die diese Aufgabe erfüllt.
- Welche weitere Beschaltung ist für die Begrenzung der Ausgangsspannung des OPV vorzusehen, wenn der Eingangsspannungsbereich des Microcontrollers maximal um den Betrag von (200 ... 300) mV über- bzw. unterschritten werden darf?

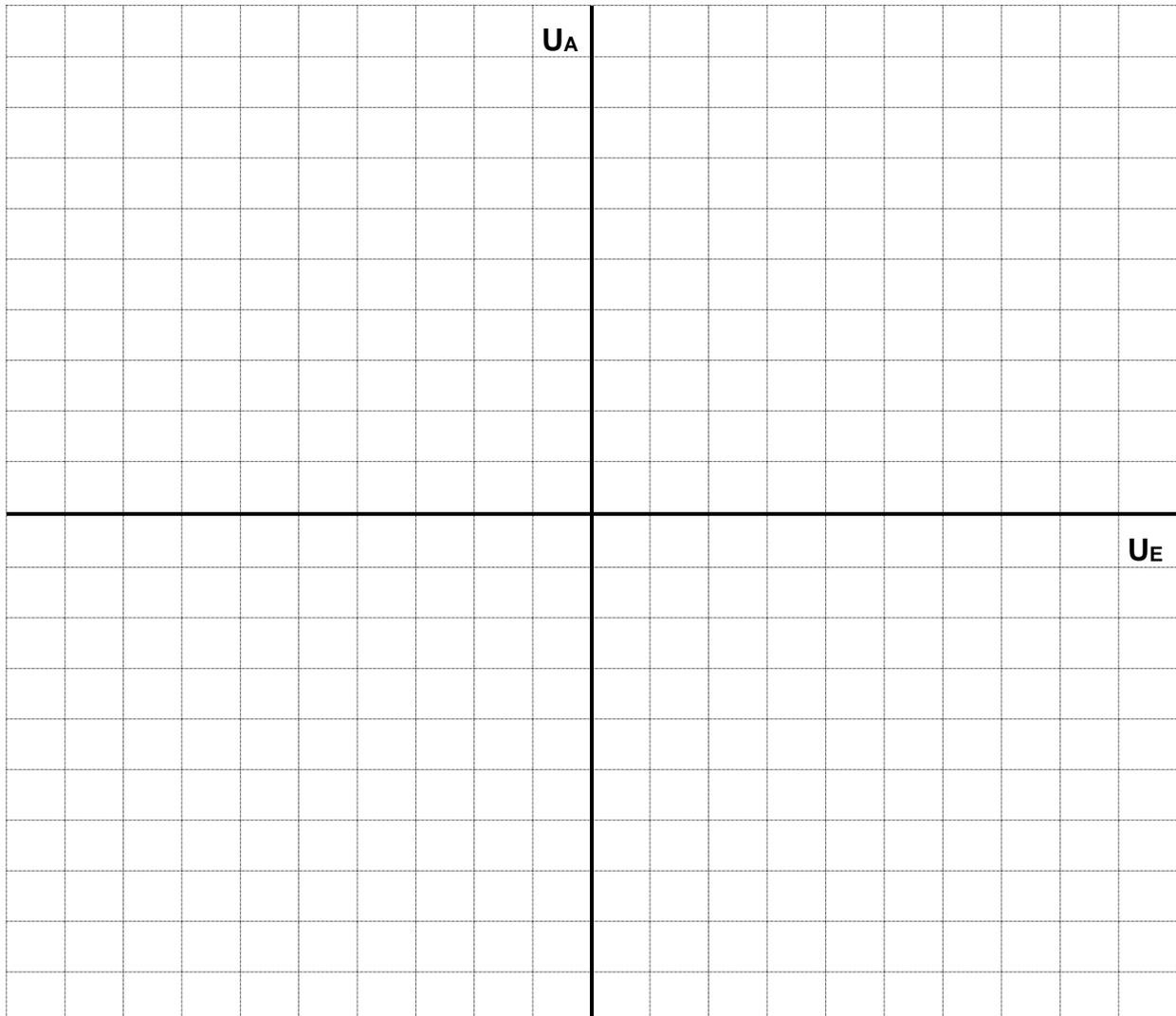
Operationsverstärker

3. Versuchsdurchführung

a) Symmetrierung der Ruhestrome

- Bauen Sie mit dem OPV „741“ einen invertierenden Verstärker mit den Beschaltungswiderständen (Einkoppelwiderstand = 1kΩ; Gegenkoppelwiderstand = 1kΩ; $V_u = -1$) auf.
- Bestimmen Sie den Symmetriewiderstand.
- Führen sie eine Offsetkompensation durch (vorher das Einstell-Poti auf linken o. rechten Anschlag).
- Nehmen Sie die Übertragungskennlinie des invertierenden Verstärkers mit Symmetriewiderstand auf.
- Bestimmen Sie den Aussteuerungsbereich $\Delta U_A = U_{Amax} - U_{Amin}$.

Messung	ohne Symmetriewiderstand		mit Symmetriewiderstand	
	U_E [V]	U_A [V]	U_E [V]	U_A [V]
1				
2				
3			- 10	
4			- 5	
5			0	
6			5	
7			10	
8				
9				
10				



Operationsverstärker

b) Grundschaltungen des OPV

b.1) Invertierender Verstärker

- Bauen Sie nacheinander folgende Schaltungen auf:
 1. Invertierender Verstärker mit dem OPV „709“, $V_u = -10$
 2. Invertierender Verstärker mit dem OPV „741“, $V_u = -20$
- Stellen Sie das Einstell-Poti für den Offset-Abgleich auf linken oder rechten Anschlag. Danach bestimmen Sie die momentane Offsetspannung (Ausgangsoffset).
- Führen Sie einen Offsetabgleich durch und notieren Sie das erreichte Ergebnis.
- Bestimmen Sie für beide Schaltungen den Aussteuerungsbereich ΔU_A (näherungsweise). Verwenden Sie dazu ein nullsymmetrisches Dreieckssignal.
- Geben Sie jeweils die maximale Ein- und Ausgangsspannung an.
- Ermitteln Sie die Verstärkung messtechnisch (über das Spannungsverhältnis) und rechnerisch (über das Widerstandsverhältnis).

Operationsverstärker

b.2) Nichtinvertierender Verstärker

- Bauen Sie die folgende Schaltung auf:
Nichtinvertierender Verstärker mit dem OPV „741“, $V = +11$
- Stellen Sie das Einstell-Poti für den Offset-Abgleich auf linken oder rechten Anschlag. Danach bestimmen Sie die momentane Offsetspannung (Ausgangsoffset).
- Führen Sie einen Offsetabgleich durch und notieren Sie das erreichte Ergebnis.
- Bestimmen Sie für beide Schaltungen den Aussteuerungsbereich ΔU_A (näherungsweise). Verwenden Sie dazu ein nullsymmetrisches Dreieckssignal.
- Geben Sie jeweils die maximale Ein- und Ausgangsspannung an.
- Ermitteln Sie die Verstärkung messtechnisch (über das Spannungsverhältnis) und rechnerisch (über das Widerstandsverhältnis).

b.3) Spannungsfolger

- Bauen Sie mit dem OPV „741“ einen Spannungsfolger auf.
- Bestimmen Sie messtechnisch dessen Eingangswiderstand.

Operationsverstärker

c) Rechenschaltungen am Beispiel des Addierers

- Bauen Sie mit dem OPV „741“ einen Addierer, der die folgende Gleichung erfüllt, auf:

$$-U_A = 2 \cdot U_{E1} + U_{E2}$$

- Führen Sie, falls erforderlich, eine Offsetkompensation durch.
- Überprüfen Sie die Funktion anhand von 4 Werteproben.

Messung	Eingangsspannungen U_{E1}, U_{E2}		Ausgangsspannung U_A	
	U_{E1} [V]	U_{E2} [V]	U_A [V] - errechnet	U_A [V] - gemessen
1	1	1		
2	- 2	- 2		
3	- 1	2		
4	4	6		

d.1) Bestimmung der Slew-Rate über die maximale sinusförmige Eingangsfrequenz

- Bauen Sie mit dem OPV „741“ einen invertierender Verstärker mit $V = -20$ auf.
- Führen Sie, falls erforderlich, eine Offsetkompensation durch.
- Steuern Sie den invertierenden Verstärker bei $f = 1$ kHz voll aus (gerade keine Begrenzung der Ausgangsspannung). Erhöhen Sie die Frequenz, bis Sie die Wirkung der SR (Slew-Rate) nachweisen können. Schreiben Sie diese maximale Frequenz und die Amplitude auf.
- Bestimmen Sie aus dem Experiment die SR (Slew-Rate) ihres Bausteins.

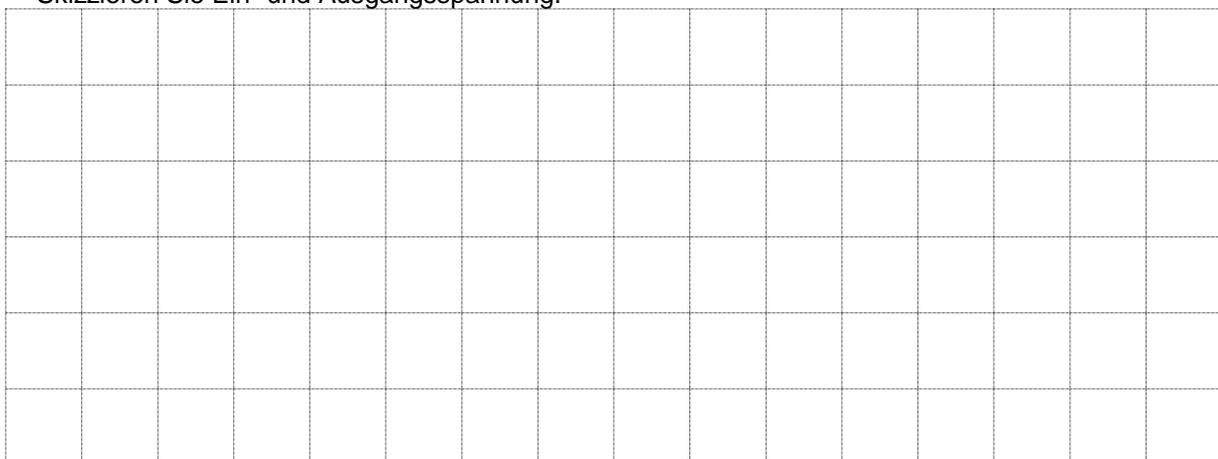
Gleichung: _____

$f_{\max} =$ _____ $U_s =$ _____ $SR =$ _____

Hinweis: Zur Bestimmung der Slew-Rate ist für die Sinusfunktion bei der Frequenz f_{\max} der Anstieg im Nullpunkt zu bestimmen (1. Ableitung).

d.2) Bestimmung der Slew-Rate über eine rechteckförmige Eingangsspannung

- Verwenden Sie die gleiche Messschaltung wie unter d.1).
- Legen Sie eine rechteckförmige Eingangsspannung an den Eingang an.
- Stellen Sie die Zeitablenkung so ein, dass die „Schräglage“ der Ausgangsspannung aufgrund der Slew-Rate gut sichtbar und damit messbar ist.
- Skizzieren Sie Ein- und Ausgangsspannung.



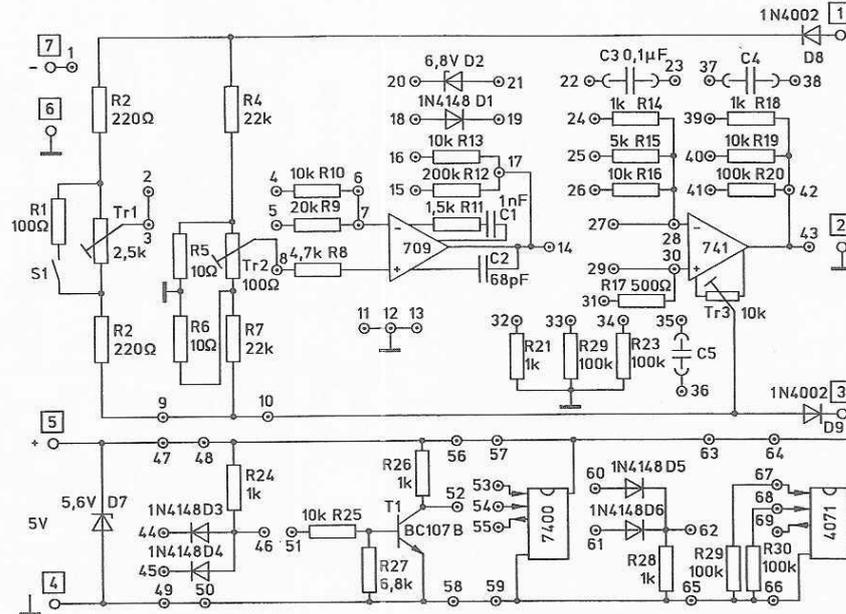
- Messen Sie mit Hilfe des Oszilloskops die Slew-Rate des OPV.

$$SR = \frac{\Delta U_{Ass}}{\Delta t} = \quad ; \quad SR = \underline{\hspace{2cm}}$$

Operationsverstärker

Schalt- und Bestückungsplan Platine II.4-SN1

Schaltplan



Bestückungsplan

