

Aufgabe 3 Instrumentenverstärker (35 Punkte)



In Bild 6 sei die Schaltung eines sogenannten Instrumentenverstärkers gegeben. Dieser wird häufig in der Meßtechnik eingesetzt. In dieser Aufgabe darf für alle drei Operationsverstärker angenommen werden, dass sie im streng linearen Bereich betrieben werden.

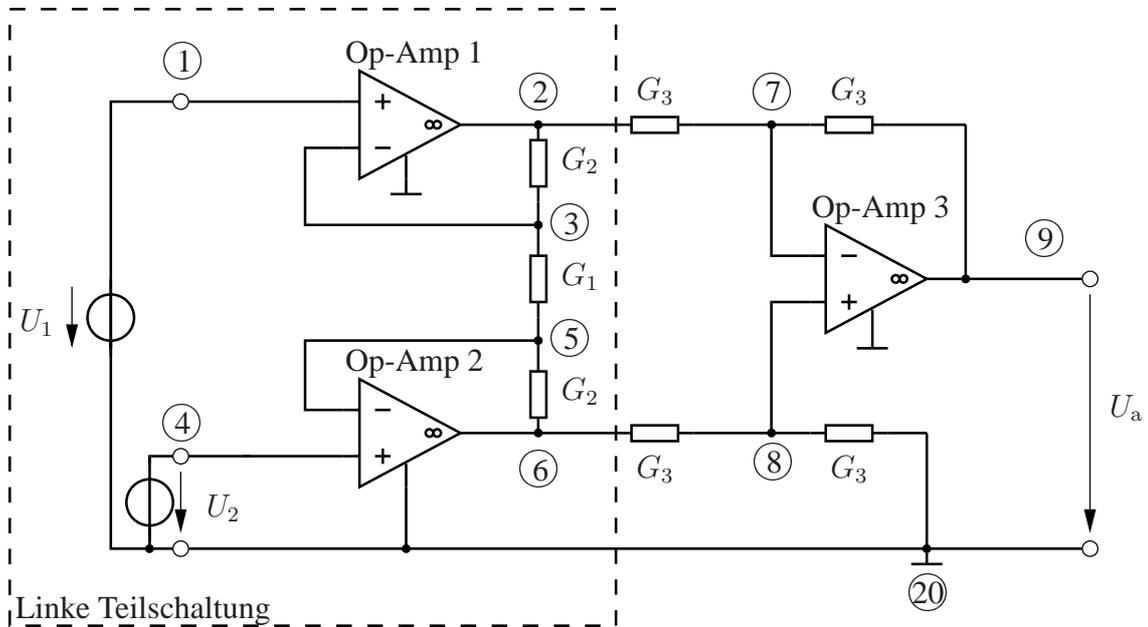


Bild 6. Instrumentenverstärker

a)* Welchen entscheidenden Schritt müssen Sie durchführen, um diese Schaltung der Knotenspannungsanalyse zugänglich zu machen? Geben Sie hierbei auch die Bauelemente an, die von diesem Schritt betroffen sind.

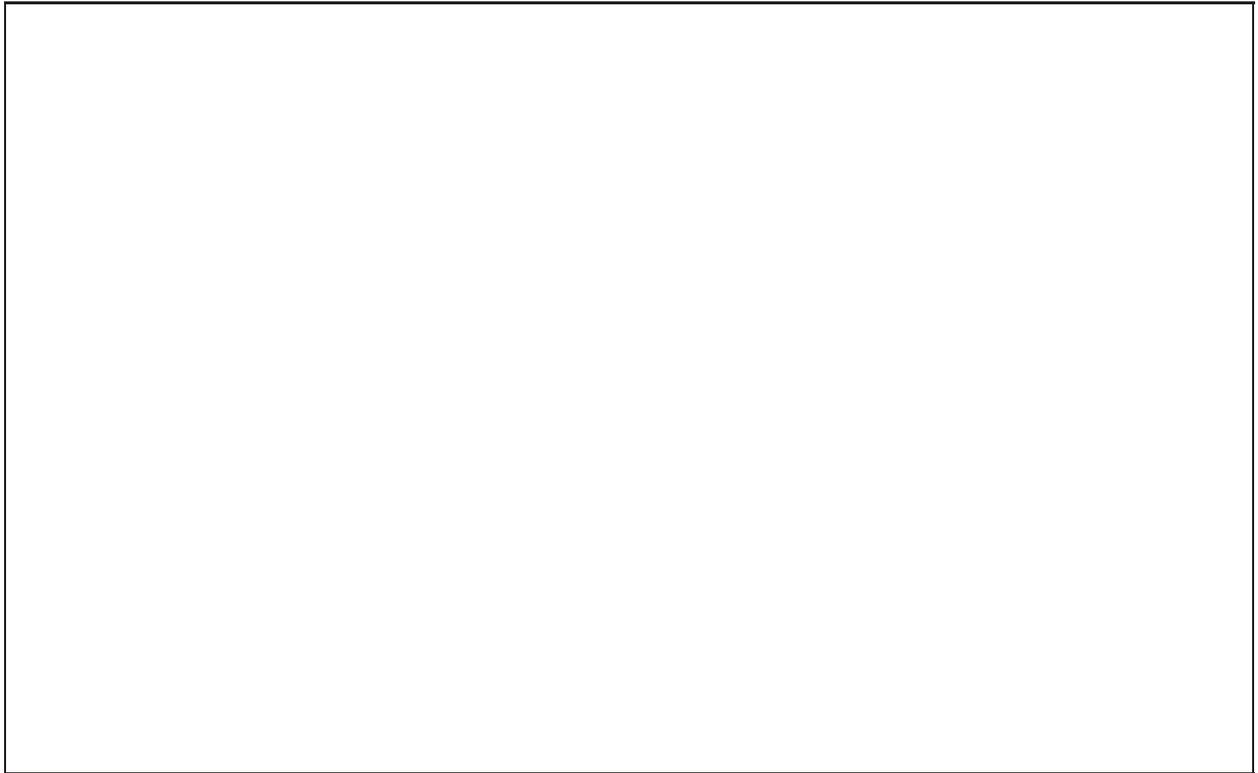


b) Geben Sie eine Möglichkeit an, wie dieser Schritt erfolgen kann.

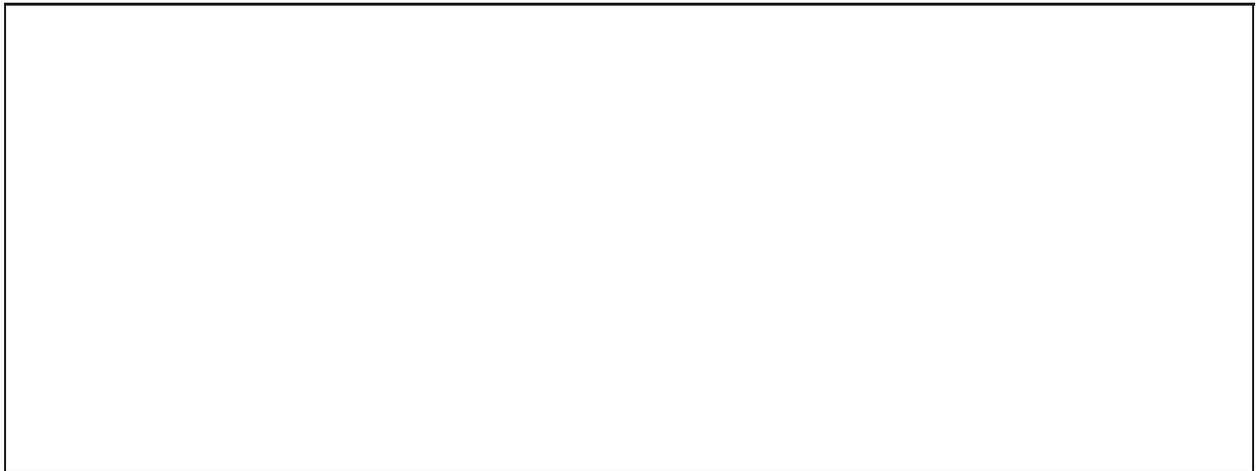


c) Zeichnen Sie die Schaltung, indem Sie die Operationsverstärker durch die entsprechenden Ersatzschaltbilder ersetzen und den Schritt aus Teilaufgabe a) bzw. b) durchführen. Übernehmen Sie dabei die Knotennummerierung von Bild 6, und geben Sie eventuell zusätzlich auftretenden Knoten die jeweils nächstgrößere, noch nicht benutzte Ziffer.





d) Stellen Sie nun den Knotenstromquellenvektor \mathbf{i}'_q der reduzierten Knotenspannungsanalyse auf.



In den nächsten beiden Teilaufgaben soll nur eine Knotenspannungsanalyse bezüglich der **linken Teilschaltung**, die in Bild 6 in dem **gestrichelten Rahmen** enthalten ist, durchgeführt werden.

e) Tragen Sie die Elemente der Knotenleitwertmatrix \mathbf{Y}'_{kl} für die Leitwerte G_1 und G_2 (beide!) in das folgende Lösungskästchen ein. Nummerieren Sie zusätzliche Zeilen und Spalten, die Sie benötigen, entsprechend Ihrer Nummerierung von Teilaufgabe c). Lassen Sie nicht benötigte Zeilen und Spalten einfach frei.

	1	2	3	4	5	6				
1										
2										
3										
4										
5										
6										

$Y'_{kl} =$

f) Berücksichtigen Sie jetzt die restlichen Elemente der linken Teilschaltung ebenfalls in obiger Knotenleitwertmatrix Y'_{kl} . Welche Dimension hat die resultierende Knotenleitwertmatrix Y_{kl} der linken Teilschaltung?



h)* Stellen Sie nun U_a in Abhängigkeit von U_1 und U_2 auf, indem Sie die Gleichungen (2),(3) und (4) kombinieren. Vereinfachen Sie das Ergebnis so weit wie möglich!

Hinweis: Alternativ können Sie das Ergebnis auch by inspection durch Aufstellen von geeigneten Knoten- und Maschengleichungen herleiten.

i) Wie groß müssen G_1 und G_2 gewählt werden, damit $U_a = U_2 - U_1$ gilt?

j) Was bedeutet das für die Schaltung, und welche Werte nehmen u_{k2} und u_{k6} an?

k)* Aus welchem Grund ist die Verwendung von Op-Amp 1 und Op-Amp 2 trotzdem vorteilhaft?