



- b) Der Imaginärteil einer komplexen Zahl  
 ist imaginär.  ist reell.  
 kann negativ sein.  ist ein reelles Vielfaches von j.
- c) Der Betrag einer komplexen Zahl  
 ist reell.  hat einen Imaginärteil ungleich Null.  
 ist grösser oder gleich Null.  ist eindeutig bestimmt.
- d) Das Argument einer komplexen Zahl  
 ist reell.  hat einen Imaginärteil ungleich Null.  
 ist grösser oder gleich Null.  ist eindeutig bestimmt.
- e) Der Imaginärteil einer reellen Zahl  
 ist gleich Null.  existiert nicht.
- f) Der Betrag einer reellen Zahl  
 ist die reelle Zahl selber.  ist grösser oder gleich Null.
- g) Der Imaginärteil einer imaginären Zahl  
 ist die imaginäre Zahl selber.  ist die imaginäre Zahl geteilt durch j.
- h) Der Betrag einer imaginären Zahl  
 ist gleich Null.  existiert nicht.
5. Skizzieren Sie die komplexe Zahl z in der Gauss'schen Zahlenebene, und bestimmen Sie  $\text{Re}(z)$ ,  $\text{Im}(z)$ ,  $|z|$ ,  $\arg(z)$ :
- a)  $z = 3 + 4j$                       b)  $z = -3 + 4j$                       c)  $z = j$   
 d)  $z = 3 e^{j/3}$                       e)  $z = e^{-j/2}$                       f)  $z = -3$
6. Skizzieren Sie die komplexe Zahl z in der Gauss'schen Zahlenebene, und geben Sie z in der Exponentialform an:
- a)  $z = 3 - 4j$                       b)  $z = -2$                       c)  $z = -5j$
7. Gegeben sind die komplexen Zahlen  
 $z_1 = 3 + 4j$      $z_2 = -2 + 5j$      $z_3 = 2 e^{j5/4}$      $z_4 = 3 e^{j/3}$   
 Bestimmen Sie
- a)  $z_1 - z_2$                       b)  $-3z_1 + 6z_2$                       c)  $z_1 \cdot z_2$   
 d)  $z_3 \cdot z_4$                       e)  $\frac{3z_4}{4z_3}$                       f)  $\frac{2z_1}{z_2}$
8. Bestimmen Sie die zur komplexen Zahl z gehörende komplex konjugierte Zahl z\*:
- a)  $z = -2 - 4j$                       b)  $z = 2 e^{j5/4}$                       c)  $z = -17$
9. In der Elektrotechnik kommt die folgende komplexe Zahl z vor:

$$z = \frac{(R_1 + jL) \left( R_2 + \frac{1}{jC} \right)}{R_1 + jL + R_2 + \frac{1}{jC}} \quad (R_1, R_2, L, C \in \mathbb{R})$$

Bestimmen Sie den Betrag der Zahl z.

*Zeigerdiagramm*

10. Betrachten Sie noch einmal die Wechselspannung aus der Aufgabe 3. Geben Sie  $u(t)$  in der komplexen Exponentialdarstellung  $\underline{u}(t) = \dots$  an.
11. Gegeben sind zwei Sinusströme gleicher Frequenz mit den Effektivwerten  $I_{1,\text{eff}} = 3.8 \text{ A}$  und  $I_{2,\text{eff}} = 3.2 \text{ A}$ . Die Phasenverschiebungen (Nullphasenwinkel) betragen  $\varphi_1 = 35^\circ$  und  $\varphi_2 = -25^\circ$ . Addieren Sie die beiden Ströme grafisch mit Hilfe des Zeigerdiagrammes, und bestimmen Sie die Stromamplitude des Gesamtstromes I sowie die Phasenverschiebung zwischen dem Gesamtstrom I und dem Strom  $I_2$ .

**Lösungen**

1. a)  $T = \quad \quad \quad f = \frac{1}{\quad}$       b)  $T = \frac{2}{\quad} \quad \quad f = \frac{\quad}{2}$   
 c)  $T = \quad \quad \quad f = \frac{1}{\quad}$       d)  $T = \quad \quad \quad f = \frac{1}{\quad}$   
 e)  $T = \frac{2}{\quad} \quad \quad f = \frac{\quad}{2}$
2.  $f = 521 \text{ Hz}$  bzw.  $\quad = 3272 \text{ s}^{-1}$   
 $\hat{u} = 63.4 \text{ V}$   
 $u(0.29 \text{ ms}) = 51.5 \text{ V}$
3. a)  $u(t) = \hat{u} \sin\left(t + \frac{\quad}{3}\right)$   
 b) ...
4. a) Der Realteil einer komplexen Zahl  
 ist reell.       ist imaginär.  
 kann negativ sein.       ist nie gleich Null.  
 b) Der Imaginärteil einer komplexen Zahl  
 ist imaginär.       ist reell.  
 kann negativ sein.       ist ein reelles Vielfaches von j.  
 c) Der Betrag einer komplexen Zahl  
 ist reell.       hat einen Imaginärteil ungleich Null.  
 ist grösser oder gleich Null.       ist eindeutig bestimmt.  
 d) Das Argument einer komplexen Zahl  
 ist reell.       hat einen Imaginärteil ungleich Null.  
 ist grösser oder gleich Null.       ist eindeutig bestimmt.  
 e) Der Imaginärteil einer reellen Zahl  
 ist gleich Null.       existiert nicht.  
 f) Der Betrag einer reellen Zahl  
 ist die reelle Zahl selber.       ist grösser oder gleich Null.  
 g) Der Imaginärteil einer imaginären Zahl  
 ist die imaginäre Zahl selber.       ist die imaginäre Zahl geteilt durch j.  
 h) Der Betrag einer imaginären Zahl  
 ist gleich Null.       existiert nicht.
5. a)  $\text{Re}(z) = 3 \quad \text{Im}(z) = 4 \quad |z| = 5 \quad \text{arg}(z) = \arctan\left(\frac{4}{3}\right)$   
 b)  $\text{Re}(z) = -3 \quad \text{Im}(z) = 4 \quad |z| = 5 \quad \text{arg}(z) = \arctan\left(-\frac{4}{3}\right) + \quad$   
 c)  $\text{Re}(z) = 0 \quad \text{Im}(z) = 1 \quad |z| = 1 \quad \text{arg}(z) = \frac{\quad}{2}$   
 d)  $\text{Re}(z) = \frac{3}{2} \quad \text{Im}(z) = \frac{3\sqrt{3}}{2} \quad |z| = 3 \quad \text{arg}(z) = \frac{\quad}{3}$   
 e)  $\text{Re}(z) = 0 \quad \text{Im}(z) = -1 \quad |z| = 1 \quad \text{arg}(z) = -\frac{\quad}{2}$   
 f)  $\text{Re}(z) = -3 \quad \text{Im}(z) = 0 \quad |z| = 3 \quad \text{arg}(z) = \quad$

6. a)  $z = 5 e^{-j \cdot \arctan(4/3)}$       b)  $z = 2 e^j$       c)  $z = 5 e^{-j/2}$

7. a)  $5 - j$       b)  $-21 + 18j$       c)  $-26 + 7j$   
d)  $6 e^{j19/12}$       e)  $\frac{9}{8} e^{-j11/12}$       f)  $\frac{28}{29} - \frac{46}{29}j$

8. a)  $-2 + 4j$       b)  $2 e^{-j5/4}$       c)  $-17$

9.  $|z| = \sqrt{\frac{(R_1^2 + (\omega L)^2) \left(R_2^2 + \frac{1}{(\omega C)^2}\right)}{(R_1 + R_2)^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$

10.  $\underline{u}(t) = \hat{u} e^{j(\omega t + \varphi)}$

11.  $\hat{I} = 8.6 \text{ A}$   
 $\varphi = 32.8^\circ$