Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

School of
Engineering

EL2
Anleitung zum Praktikum «Komplexe Zahlen»

Mit diesem Praktikum soll sichergestellt werden, dass

- Sie Berechnungen mit komplexen Zahlen mit ihrem Taschenrechner beherrschen
- Sie Berechnungen und Visualisierungen zu komplexen Zahlen mit Matlab ausführen können

Hinweis: In der Mathematik und übrigen Physik wird die imaginäre Einheit meist mit «i» bezeichnet; in der Elektrotechnik, zurückgehend auf Charles Steinmetz, mit «j».

Aufgaben mit dem Taschenrechner

Konsultieren Sie die Bedienungsanleitung des Taschenrechners, wenn Sie Probleme mit der Lösung folgender Aufgabe haben.

1. Geben Sie die komplexe Zahl 3 + j4 in den Taschenrechner ein und lassen Sie sich diese Zahl in Polarform (Betrag und Winkel) darstellen, Winkel in Radiant.
2. Ändern Sie die Darstellung der Zahl aus 1. so, dass der Winkel in Grad angezeigt wird.
3. Geben Sie die komplexe Zahl $2 \angle 30°$ in den Taschenrechner ein und lassen Sie sich diese Zahl in kartesischer Form (auch «Normalform») darstellen.
4. Geben Sie die komplexe Zahl $2 \angle \pi/2$ rad in den Taschenrechner ein und lassen Sie sich diese Zahl in kartesischer Form (auch «Normalform») darstellen.
5. Geben Sie die komplexe Zahl $2\,e^{j10°}$ in den Taschenrechner ein.
6. Bilden Sie zur Zahl, welche Sie in 5. eingegeben haben, die konjugiert komplexe Zahl.

Hinweis: stellen Sie bei Prüfungen immer sicher, dass Sie komplexe Zahlen richtig eingeben. Der häufigste Fehler ist, einen Winkel im Bogenmass einzugeben, aber der Rechner ist auf Grad eingestellt, oder umgekehrt.

Viele Taschenrechner lassen sich konfigurieren und programmieren: Legen Sie z.B. das Umschalten von Polarform auf kartesische Form auf eine Schnellwahltaste, etc.!

Aufgaben mit Matlab

Führen Sie die folgenden Beispiele gleich auch selber aus.

Komplexe Zahlen in kartesischer Form können wie reelle Zahlen eingegeben werden:

```
z1 = 3+4*j, z2 = 1-3i % Eingabe der komplexen Zahlen z1 und z2
z1 =
3.0000 + 4.0000i
z2 =
1.0000 - 3.0000i
```

Beachten Sie, dass die imaginäre Einheit als **`i`** oder **`j`** eingegeben werden kann (intern wird `i` verwendet). Weiterhin kann das Multiplikationszeichen zwischen `i` und einem numerischen Imaginärteil weggelassen werden, z.B. `3j`.

Komplexe Zahlen in Polarform werden über die Exponentialfunktion eingegeben, der Winkel muss dabei immer im Bogenmass sein:

```
z3 = 2*exp(j*pi/2) % Eingabe in Polarform (Bogenmass!)
z3 =
0.0000 + 2.0000i
```

Die Ausgabe erfolgt immer in kartesischer Form.

Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division und Funktionswerte werden wie bei den reellen Zahlen gebildet:

```
z = z1/3 + z2*z1^2
z =
66.0000 +46.3333i
sqrt(1+2i) % Wurzel einer komplexen Zahl
ans =
1.2720 + 0.7862i
```

Die konjugiert-komplexe Zahl zu `z` erhalten wir mit

```
z = 1+3i; conj(z)
ans =
1.0000 - 3.0000i
```

Tipp: Auch durch Anfügen eines Apostrophs `'` wird eine Zahl komplex konjugiert. Das ist ein Spezialfall - im allgemeinen bewirkt `A'`, dass die Matrix `A` transponiert und komplex konjugiert wird.

```
z'
ans =
1.0     - 3.0000i
2.0
```

Absolutbetrag und Phasenwinkel berechnet man mit **`abs(z)`** und **`angle(z)`**:

```
abs(z)
ans =
3.1623
angle(z)
ans =
1.2490
 (im Bogenmass)
```

Oder alternativ für `z = 1+3i` mit der Funktion

```
[phi, m]=cart2pol(1,3)
```

Dabei ist *m* der Betrag und *phi* der Winkel im Bogenmass.

Tipp: Sucht man Befehle zu einem bestimmten Stichwort, so hilft der Befehl **`lookfor`** weiter. Zum Beispiel erhalten wir Anweisungen, die speziell etwas mit komplexen Zahlen zu tun haben, mit

```
lookfor complex
```

Aufgabe 1:

Geben Sie die komplexe Zahl z = 2 ∠ 3° in Matlab ein.

Aufgabe 2:

Gegeben ist `z = 4j/(1+j)`. Wie lautet die zu `z` konjugiert komplexe Zahl? Wie gross sind Absolutbetrag und Phasenwinkel von `z`? Rechnen Sie den Phasenwinkel ins Gradmass um!

Aufgabe 3:

Finden Sie heraus, wie man den Real- und Imaginärteil einer komplexen Zahl bestimmt. Berechnen Sie dann den Real- und Imaginärteil von `z = (3+2j)/(1-j)`.

Mit Matlab lassen sich komplexe Zahlen auch als Vektoren in der komplexen Ebene visualisieren, mittels der Funktion `quiver`.

Aufgabe 4:

Studieren Sie die Parameter der Funktion `quiver`.

Stellen Sie die Zahl 3+2j mithilfe dieser Funktion als Nullpunktsvektor in der komplexen Ebene dar. Überprüfen Sie, ob die Spitze des Vektors genau bei 3+2j liegt, andernfalls studieren Sie erneut die Parametereinstellungen.

Aufgabe 5:

Stellen Sie dar, wie die Zahl -1+j zu der Zahl 3+2j dazugezählt wird (Vektoraddition), beide Vektoren in schwarz, und zeichnen Sie den Resultatsvektor in rot.

Aufgabe 6:

Stellen Sie mit der Funktion `compass` einen drehenden Zeiger der Länge 1 dar, welche sich in 1° Schritten einmal um den Nullpunkt dreht. Sie benötigen u.a. folgende weiteren Funktionen dazu: `for … end`, `pause`.

Aufgabe 7:

Erweitern Sie die Aufgabe 6, so dass rechts vom drehenden Zeiger der Realteil so aufgeplottet wird, dass sich eine Cosinusschwingung ergibt. Die x-Achse der Cosinusschwingung sollte den Winkel angeben. Sie benötigen zu den bekannten Funktionen weiter: `subplot`, `plot`.