

Toista edellisen tehtävän vaiheet, mutta tällä kertaa summataan neljä taaajuutta $4 \sin(6t)$, $3 \sin(15t)$, $5 \cos(20t)$ ja $5 \cos(50t)$.

a: Mitä tehospektrille tapahtuu?

b: Miksi?

Millä tavalla ongelman voisi korjata (ei tarvitse korjata tässä tehtävässä)?

In [20]:

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

dt = 0.05

# Aikavektori ja signaali
t = np.arange(0, 100, 0.1)
f = 4 * np.sin(6 * t) + 3 * np.sin(15 * t) + 5 * np.cos(20 * t)

# Aikavektori2 ja signaali2
t2 = np.arange(0, 100, dt)
f2 = 4 * np.sin(6 * t2) + 3 * np.sin(15 * t2) + 5 * np.cos(20 * t2) + 5 * np.cos(50 * t2)

# Piirretään kuvaaja alkuperäisestä signaalista
plt.figure(figsize=(12, 4))
plt.subplot(1, 3, 1)
plt.plot(t, f)
plt.title('Alkuperäinen signaali')
plt.xlabel('Aika')
plt.ylabel('Amplitudi')

# Lasketaan signaalin FFT
fft_values = np.fft.fft(f)
n = len(f) # Datapisteiden lukumäärä signaalissa
fs = 1 / dt # Näytteenottotaajuus
fft_freq = np.fft.fftfreq(n, d=dt)

# Lasketaan tehospektri
psd = (np.abs(fft_values) ** 2) / n

# Piirretään kuvaaja FFT suuruudesta
plt.subplot(1, 3, 2)
plt.plot(fft_freq, np.abs(fft_values))
plt.title('Signaalin FFT')
plt.xlabel('Taajuus (Hz)')
plt.ylabel('Suuruus')
plt.grid(True)
plt.xlim(0, fs/2) # Rajataan X-akseli positiivisiin taajuuksiin

# Piirretään tehospektri
plt.subplot(1, 3, 3)
plt.plot(fft_freq, psd)
plt.title('Signaalin tehospektri')
plt.xlabel('Taajuus (Hz)')
plt.ylabel('Teho')
plt.grid(True)
plt.xlim(0, fs/2) # Rajataan X-akseli positiivisiin taajuuksiin

plt.tight_layout()
plt.show()

# Kuvaaja numero 2 uusilla määreillä

# Piirretään kuvaaja alkuperäisestä signaalista2
plt.figure(figsize=(12, 4))
plt.subplot(1, 3, 1)
plt.plot(t2, f2)
```

```

plt.title('Alkuperäinen signaali2')
plt.xlabel('Aika2')
plt.ylabel('Amplitudi2')

# Lasketaan signaalin2 FFT
fft_values2 = np.fft.fft(f2)
n2 = len(f2) # Datapisteiden lukumäärä signaalissa
fs2 = 1 / dt # Näytteenottotaajuus
fft_freq2 = np.fft.fftfreq(n2, d=dt)

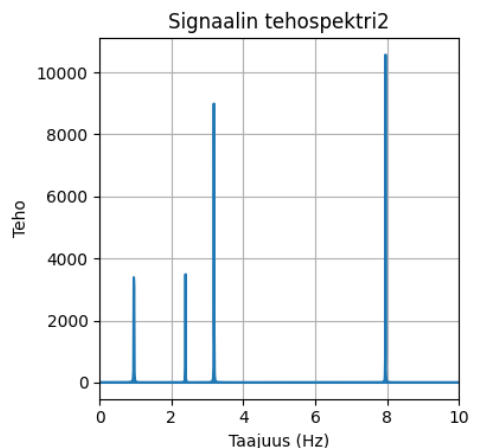
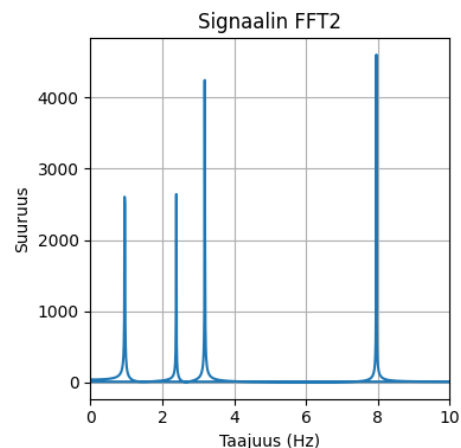
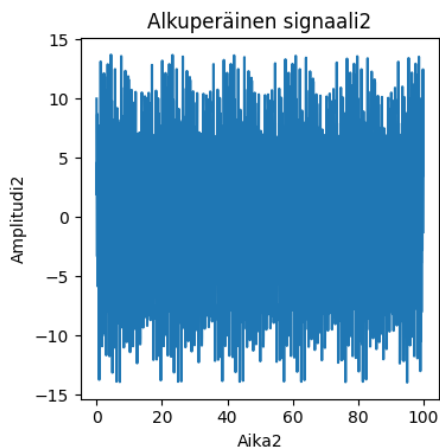
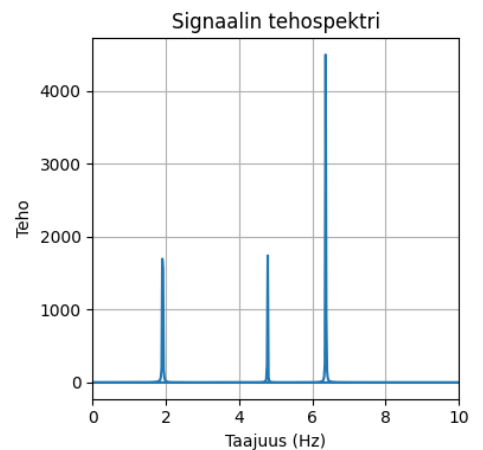
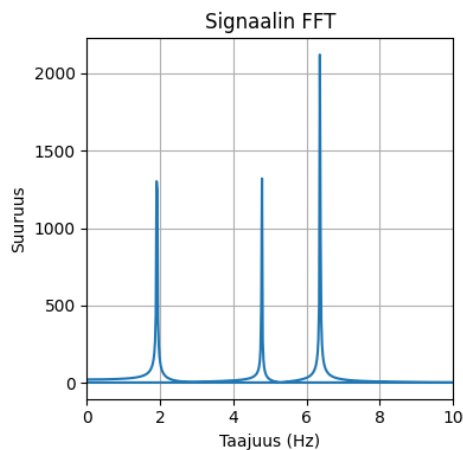
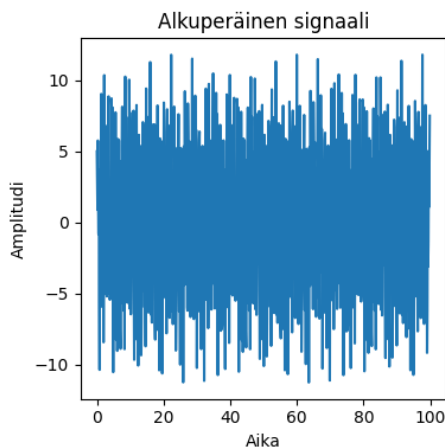
# Lasketaan tehospektri
psd2 = (np.abs(fft_values2) ** 2) / n2

# Piirretään kuvaaja FFT suuruudesta
plt.subplot(1, 3, 2)
plt.plot(fft_freq2, np.abs(fft_values2))
plt.title('Signaalin FFT2')
plt.xlabel('Taajuus (Hz)')
plt.ylabel('Suuruus')
plt.grid(True)
plt.xlim(0, fs2/2) # Rajataan X-akseli positiivisiin taajuuksiin

# Piirretään tehospektri
plt.subplot(1, 3, 3)
plt.plot(fft_freq2, psd2)
plt.title('Signaalin tehospektri2')
plt.xlabel('Taajuus (Hz)')
plt.ylabel('Teho')
plt.grid(True)
plt.xlim(0, fs2/2) # Rajataan X-akseli positiivisiin taajuuksiin

plt.tight_layout()
plt.show()

```



a: Tehopiikeissä näemme uuden piikki 2Hz taajuudella. Uusi piikki ei tullut oikeaan kohtaan.

b: Näytteenottotaajuus on ongelmallinen. Nyqvistin teoreeman mukaan näytteenottotaajuuden on oltava vähintään 2 kertaa signaalissa esiintyvän suurimman taajuuden suuruinen, muutoin signaali voi laskostua.

c: Suodattamalla korkeat taajuudet pois, tai nostamalla näytteenottotaajuutta. Tilanne on nyt korjattu toisessa kuvaajassa nostamalla näytteenottotaajuutta.

Tulostetaan muistikirja pdfksi

In [71]:

```
NB_name='FourierTransform'

!jupyter nbconvert --to html {NB_name}.ipynb

# Add custom CSS to the HTML file
html_file = f'{NB_name}.html'
with open(html_file, 'r', encoding='utf-8') as file:
    html_content = file.read()

custom_css = """
<style>
pre {
    background-color: #f5f5f5;
    border: 1px solid #ccc;
    padding: 10px;
    border-radius: 5px;
    overflow: auto;
}
code {
    background-color: #f5f5f5;
    border: 1px solid #ccc;
    padding: 2px 4px;
    border-radius: 3px;
}
</style>
"""

# Insert the custom CSS into the <head> section of the HTML file
html_content = html_content.replace('<head>', '<head>' + custom_css)

# Write the modified HTML content back to the file
with open(html_file, 'w', encoding='utf-8') as file:
    file.write(html_content)

# Convert HTML to PDF using wkhtmltopdf with --enable-local-file-access
!wkhtmltopdf --enable-local-file-access {NB_name}.html {NB_name}.pdf
```

```
[NbConvertApp] Converting notebook FourierTransform.ipynb to html
[NbConvertApp] WARNING| Alternative text is missing on 4 image(s).
[NbConvertApp] Writing 1096579 bytes to FourierTransform.html
Loading pages (1/6)
[>] 0%
[====>] 10%
[=====>] 49%
[=====>] 49%
[=====>] 90%
[=====>] 90%
[=====] 100%
Counting pages (2/6)
[=====] Object 1 of 1
Resolving links (4/6)
[=====] Object 1 of 1
Loading headers and footers (5/6)
Printing pages (6/6)
[>] Preparing
[====>] Page 1 of 8
[=====>] Page 2 of 8
[=====>] Page 3 of 8
[=====>] Page 4 of 8
[=====>] Page 5 of 8
[=====>] Page 6 of 8
[=====>] Page 7 of 8
[=====] Page 8 of 8
Done
```