



TU Berlin Fakultät IV
Institut für Energie und Automatisierungstechnik
Fachgebiet Elektronische Mess- und Diagnosetechnik
Praktikum Messdatenverarbeitung

Praktikum Messdatenverarbeitung

Termin 7

Özgü Dogan (326 048)
Timo Lausen (325 411)
Boris Henckell (325 779)

9. Juli 2012

Gruppe: G1 Fr 08-10

Betreuer: Jürgen Funk

Inhaltsverzeichnis

1 Vorbereitungsaufgaben	1
1.1 Vorbereitungsaufgaben zu Termin 7	1
1.1.1 Chirp-Signal erzeugen	1
1.1.2 Matlab-Funktion: Frequenzverlauf über der Zeit	2
1.1.3 Matlab-Funktion: Frequenzverlauf anhand Spektrogramm	3
1.1.4 Drehzahl-Berechnung anhand Amplitudenspektrum des Motorstroms	4
1.2 Vorbereitungsaufgaben zu Termin 8	7
1.2.1 Zerlegung des Signals mittels Haar-Tranformation	7
1.2.2 Darstellung der Approximationen	7
1.2.3 Daubechies-Wavelets	8
1.2.4 Vergleich der Zerlegungen mittels Daubechies-Wavelets und Haar-Wavelets	10
2 Durchführungen	12
2.1 Durchführung zu Termin 7	12
2.2 Durchführung zu Termin 8	12
3 Auswertung	12
3.1 Auswertung Termin 7	12
3.2 Auswertung Termin 8	13
4 Quellcodes	21
4.1 Codes aus Termin 7	21
4.1.1 Frequenzverlauf über der Zeit	21
4.1.2 Frequenzverlauf aus dem Spektrogramm	22
4.1.3 Algorithmus zur Drehfrequenzberechnung	23
4.2 Codes aus Termin 8	24
4.2.1 Funktion haardec.m	24
4.2.2 Funktion haardecleve.l.m	24
4.2.3 Funktion getAppDet.m	25
4.2.4 Funktion Daubechies_Wavelets.m	26
4.2.5 Vorbereitungsaufgaben Plots	26

1 Vorbereitungsaufgaben

1.1 Vorbereitungsaufgaben zu Termin 7

1.1.1 Chirp-Signal erzeugen

Als erstes sollte anhand Matlab ein chirp-Signal erzeugt und untersucht werden. Dieser wurde mit dem Aufruf `chirp()` erzeugt, dem man einen Zeitvektor, die Startfrequenz und weitere Angaben über den Verlauf geben konnte. Bei unserem Signal sollte ein linearer Frequenzanstieg erfolgen.

Als Beispiel wurde folgendes Signal erstellt:

```
t = 0 : 0.001 : 2  
chirp(t,0,1,100)
```

Das Chirp-Signal und das Spektrogramm dazu sehen so aus:

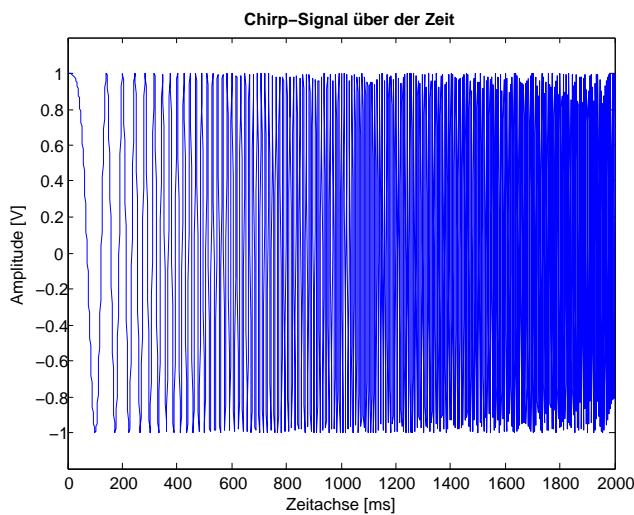


Abb. 1: erzeugtes Chirp-Signal über der Zeit

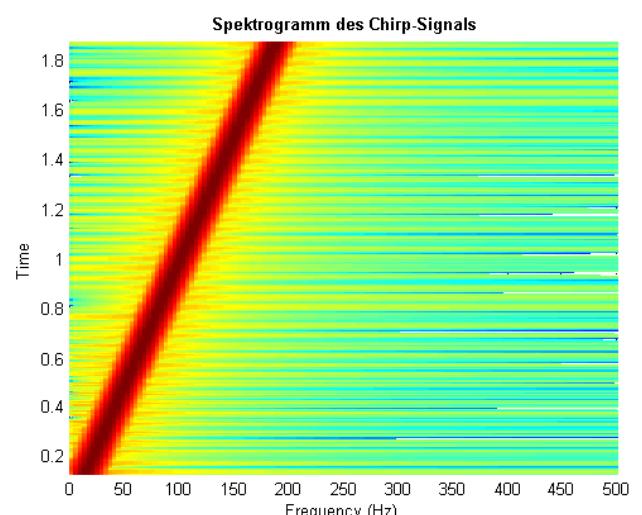


Abb. 2: Spektrogramm des erzeugten Chirp-Signals

Man sieht einen Sinusverlauf, dessen Frequenz mit der Zeit immer größer wird. Wir vermuten einen linearen Abstieg der Frequenz. Im Spektrogramm kann man deutlich sehen, dass nach einer Sekunde die Frequenz den erwünschten Wert von 100Hz annimmt.

Weiterhin kann man die Auswirkung der Eingabeveriablen des Spektrogrammaufrufs auf das entstehende Spektrogramm untersuchen. Hier sind zwei Beispiele, in denen einmal die Überlappungsfäche zwischen zwei Segmenten verkleinert wird und einmal die verwendete Fenstergröße vergrößert wird.

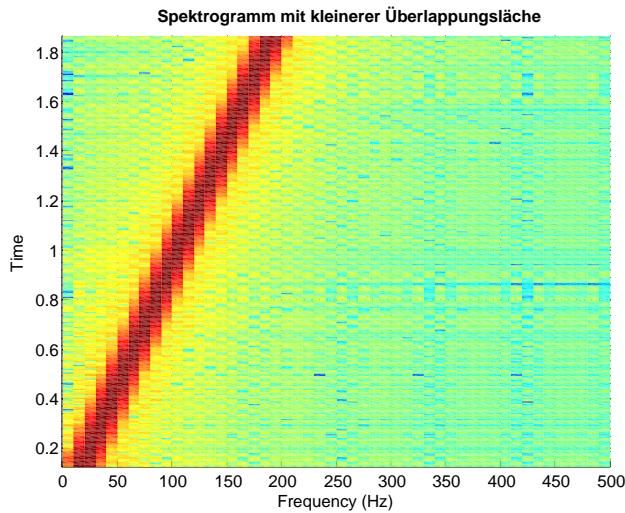


Abb. 3: Überlappung zwischen den Segmenten im Spektrogramm wird kleiner gewählt

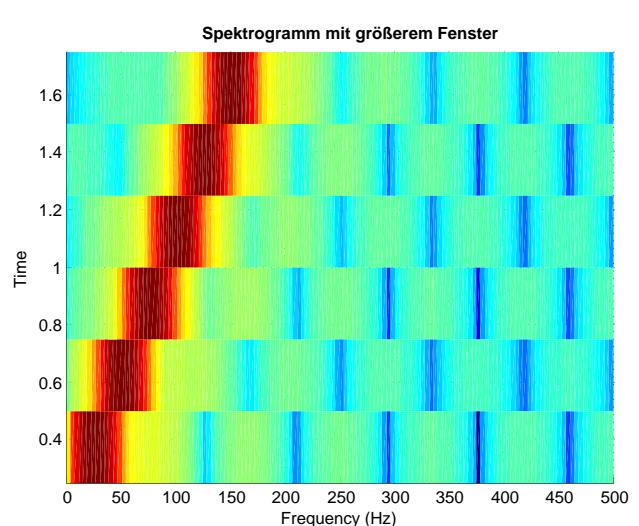


Abb. 4: verwendete Fensterfolge wird größer gewählt

Innerhalb des gewählten Fensters, kann das verwendete Signal als stationär angenommen werden. Wird das Beobachtungsfenster kürzer, nimmt auch die Frequenzauflösung ab. Wird das Fenster zu groß, kann wiederum das Signal innerhalb des Fensters nicht mehr als stationär angenommen werden. Die Verschlechterung und Ungenauigkeiten im Spektrogramm kann man in den Plots oben gut erkennen.

1.1.2 Matlab-Funktion: Frequenzverlauf über der Zeit

Als nächstes sollte eine Matlab-Funktion erstellt werden, die im Zeitbereich die momentane Frequenz ermittelt. Dieser berechnete Frequenzverlauf über der Zeit sollte geplottet und mit dem erwarteten Verlauf verglichen werden. In die erstellte Funktion kann in den Codes am Ende des Protokolls eingesehen werden. Der entstandene Plot ist hier zu sehen:

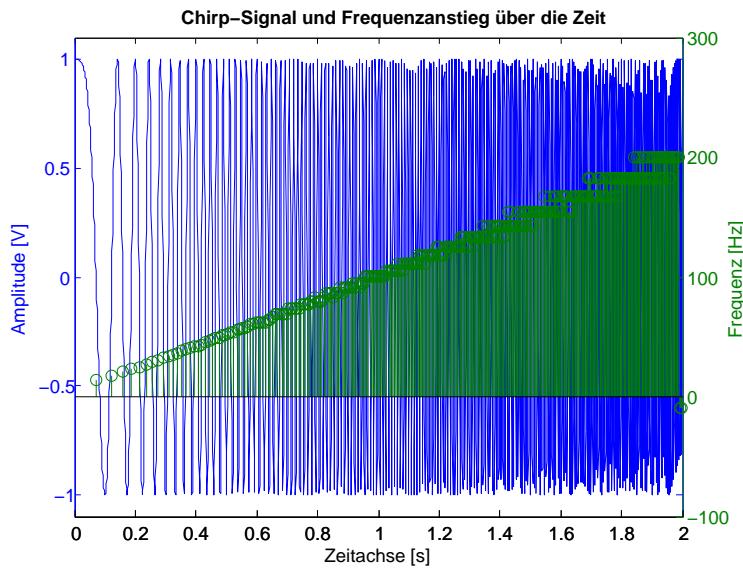


Abb. 5: Chirp-Signal und der dazugehörige Frequenzanstieg, berechnet aus dem Zeitsignal

Da beim Erstellen des Chirpsignals ein linearer Anstieg der Frequenz vorausgesetzt war, wurde auch ein linearer Frequenzverlauf erwartet. Das Ergebnis bestätigt die Erwartung.

1.1.3 Matlab-Funktion: Frequenzverlauf anhand Spektrogramm

Nun sollte der gleiche Frequenzverlauf anhand des Spektrogramms ermittelt werden. Dafür implementierten wir eine weitere Matlab-Funktion, welche in den Codes zu sehen ist. Das erwartete Ergebnis war wieder ein positiver linearer Anstieg.



Abb. 6: Chirp-Signal und der dazugehörige Frequenzanstieg, berechnet aus dem Spektrogramm

1.1.4 Drehzahl-Berechnung anhand Amplitudenspektrum des Motorstroms

Zuletzt wurde die Drehzahl des verwendeten Motors berechnet. Dafür wurden uns drei Messreihen mit jeweils Strom- und Tachomesswerten vorgegeben. Zunächst sollten die Amplitudenspektren der Motorströme erstellt werden, welche uns durch die DFT der Stromwerte gelang. Die erhöhten Amplitudenwerte entsprachen dabei den einfachen Vielfachen der Drehfrequenz des Motors mit der jeweiligen Versorgungsspannung. Die deutlich herausstehenden Peaks dagegen traten nur bei dem 18- oder 36-fachen Vielfachen der Drehfrequenz auf. Dieses Wissen nutzen wir, indem wir anhand eines Matlabalgorithmus den höchsten Peak mit Index ausgeben lassen (die höchsten Peaks waren stets jene, die am nächsten zu der null standen), um daraus eine Frequenz zu bestimmen und durch 18 zu teilen. So berechneten wir die drei geforderten Drehfrequenzen. Der Algorithmus steht in den Codes, die drei Amplitudenspektren sehen folgendermaßen aus:

1 VORBEREITUNGSAUFGABEN

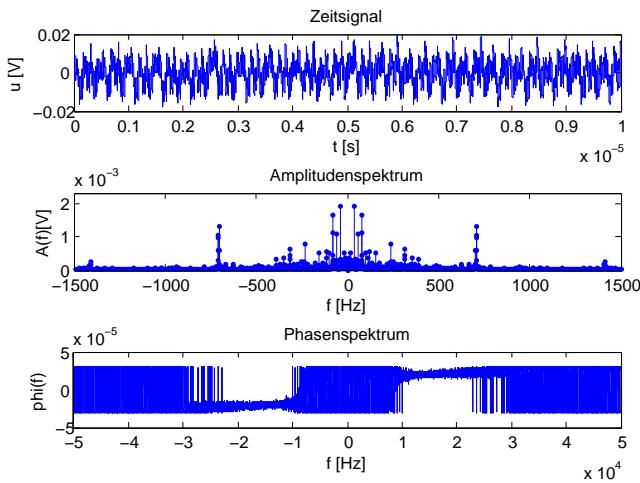


Abb. 7: Spektrum des Motorstroms bei 10V

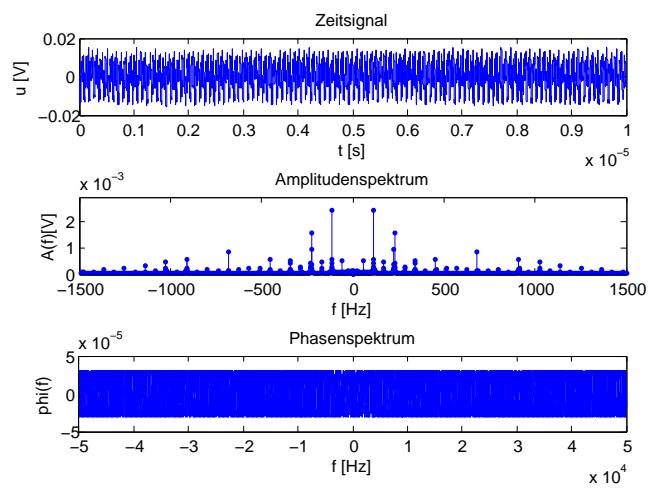


Abb. 8: Spektrum des Motorstroms bei 20V

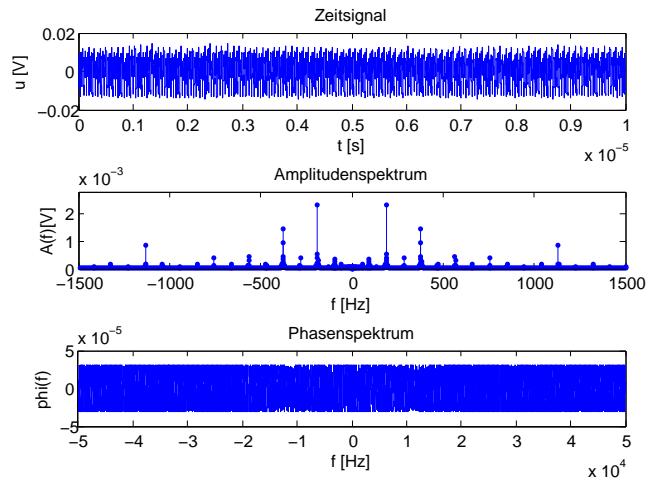


Abb. 9: Spektrum des Motorstroms bei 30V

Die berechneten Drehfrequenzen betragen für die erste Messung ($10V$) = $2.1389Hz$, für die zweite Messung ($20V$) = $6.3056Hz$ und für die dritte Messung ($30V$) = $10.4723Hz$.

TODO:

Hier sind die Werte falsch, weil wir die falschen Peaks rausgesucht haben, Fehler muss noch korrigiert werden

1 VORBEREITUNGSAUFGABEN

Außerdem wurden die Drehfrequenzen auch aus den jeweiligen Tachosignalen bestimmt. Dafür wurde genauso vorgegangen wie bei den Motorströmen. Die Spektren sind hier:

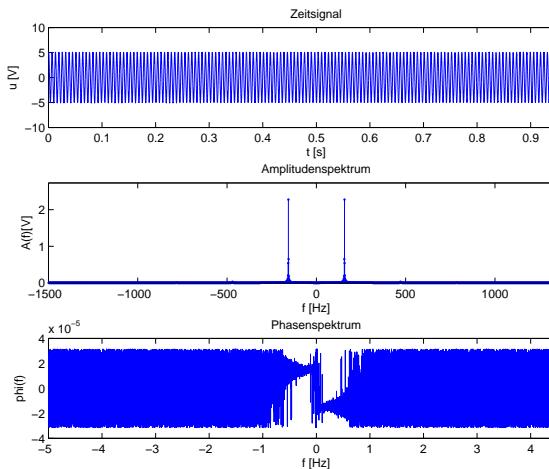


Abb. 10: Spektrum des Tachosignals bei 10V

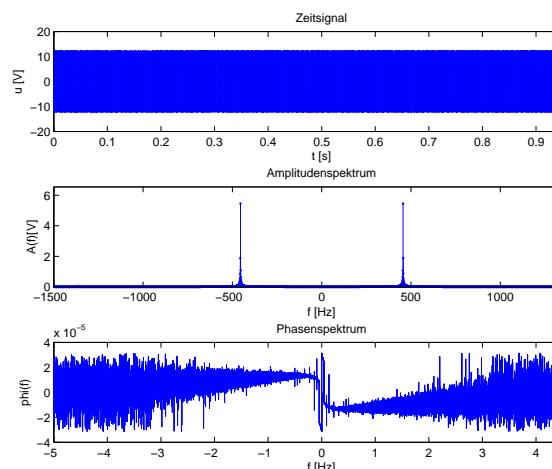


Abb. 11: Spektrum des Tachosignals bei 20V

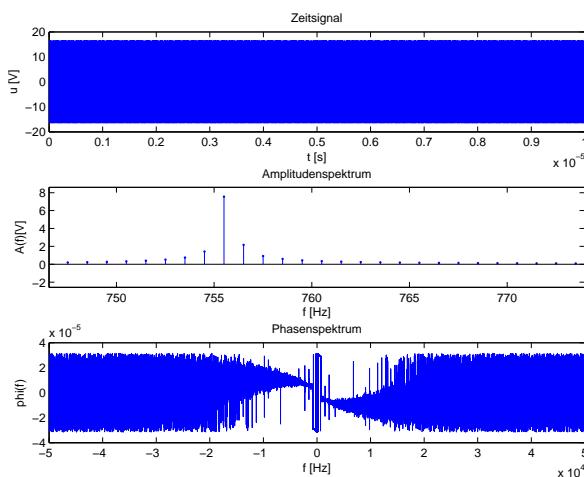


Abb. 12: Spektrum des Tachosignals bei 30V

Die anhand der Tachosignale berechneten Drehfrequenzen betragen für die erste Messung ($10V$) = $19.5627Hz$, für die zweite Messung ($20V$) = $56.8131Hz$ und für die dritte Messung ($30V$) = $94.3134Hz$.

Es fällt auf, dass die Drehzahlen, welche über die Ströme berechnet werden, ca. 4mal kleiner sind als die Drehzahlen über die Tachowerte. Ein konstanter Faktor von 4 kann angenommen werden.

1.2 Vorbereitungsaufgaben zu Termin 8

1.2.1 Zerlegung des Signals mittels Haar-Tranformation

In der ersten Vorbereitungsaufgabe des 8.Praktikumstermins wird eine vorgegebene strom.m Datei verwendet, welche einen angechnittenen Sinus im Bereich $[0, 8\pi]$ darstellt. Dieses Signal wird mit der Schnellen Haar-Transformation zerlegt. Außerdem wird die Approximation und die Details für die Skalierungen $m = 1 \dots 5$ berechnet werden, wofür die drei Funktionen haardec.m, haardelevel.m und getAppDet.m implementiert werden. Diese stehen unter den Codes.

1.2.2 Darstellung der Approximationen

Als nächstes werden die Approximationen und die Details des angeschnittenen Sinus-Signals dargestellt und das stationäre Spektrum sowie das Spektrogramm berechnet. Diese spektralen Darstellungen werden mit den Darstellungen mittels Wavelets verglichen. Am Ende soll ermittelt werden, welche Darstellung bestimmte Informationen über das verwendete Signal besser veranschaulicht.

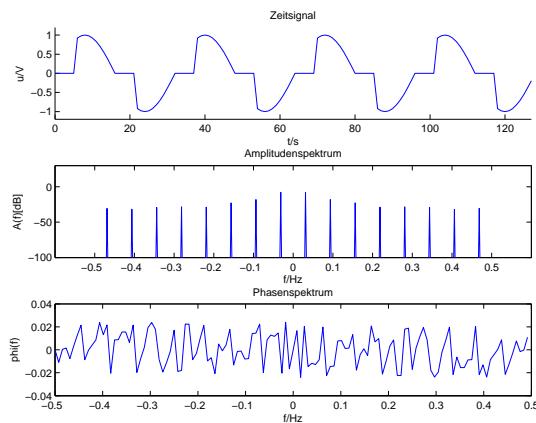


Abb. 13: Spektrum des angeschnittenen Sinus-Signal

Im stationären Spektrum des gegebenen Signals kann man die Frequenzanteile mit ihren entsprechenden Amplituden erkennen.

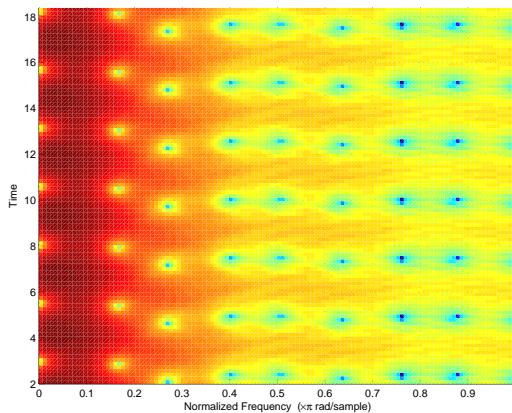


Abb. 14: Spektrogramm des angeschnittenen Sinus-Signal

Außerdem kann man im Spektrogramm des Signals die durch die Anschneidung entstandenen Flanken erkennen. Dies macht sich in dem zeitlich periodischen Farbverlauf des Spektrograms deutlich sichtbar.

Die Darstellungen der Approximationen und der Details für fünf Skalierungslevel sind dabei in der vierten Aufgabe der Vorbereitung dargestellt, wo sie auch zeitgleich mit den Zerlegungen des Daubechies-Wavelets (db3) verglichen werden. Da eine Zerlegung mittels Wavelets eine Tief- und Hochpassfilterung darstellt, kann man es so interpretieren, dass die gefilterten tiefen Frequenzen als Approximationen und die gefilterten hohen Frequenzen als Details abgespeichert werden. Je öfter eine Zerlegung stattfindet, desto öfter wird die Approximation hoch- und tiefpassgefiltert, wodurch am Ende in dem Approximationsvektor nur noch die aller tiefsten Frequenzen enthalten sind.

1.2.3 Daubechies-Wavelets

Nun wird das angeschnittene Sinus-Signal mit Hilfe von Daubechies-Wavelets zerlegt. Dazu verwenden wir die Matlab-Funktionen wavedec, appcoef und detcoef und variieren die Anzahl der verschwindenden Momente der Wavelets, indem wir bei der wavedec.m Ausführung die Wavelets db1, db5, db10 und db15 wählen. Damit werden die verschwindenden Momente in jedem Wavelet 1, 5, 10 und 15 betragen. Es werden nur die Zerlegungen in Level 2 angezeigt.

1 VORBEREITUNGSAUFGABEN

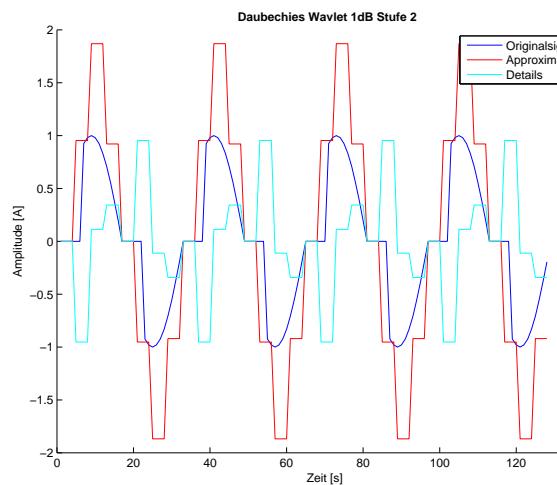


Abb. 15: Daubechies-Wavelet mit 1 vanishing moment

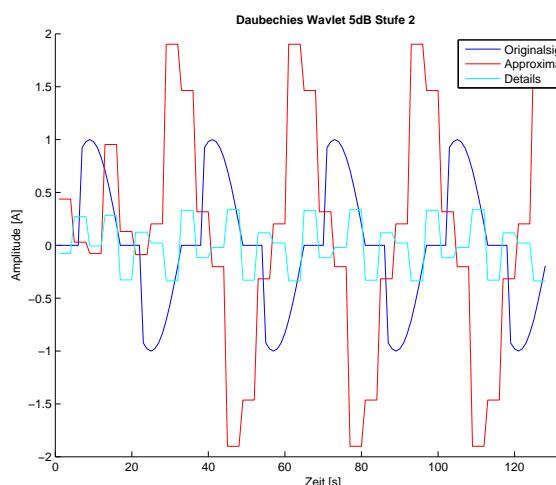


Abb. 16: Daubechies-Wavelet mit 5 vanishing moment

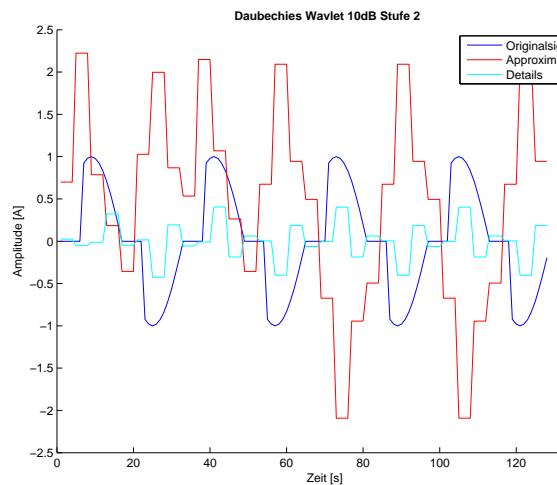


Abb. 17: Daubechies-Wavelet mit 10 vanishing moment

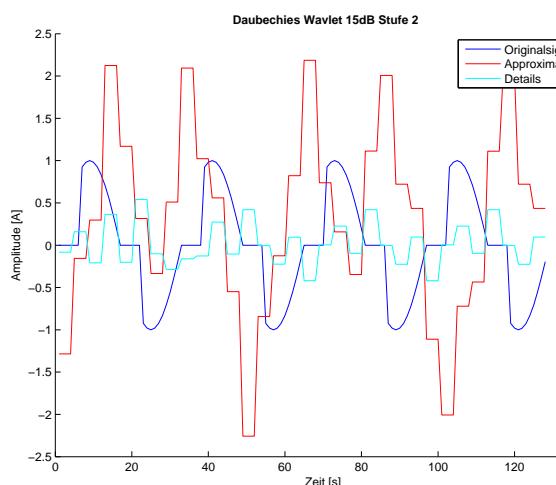


Abb. 18: Daubechies-Wavelet mit 15 vanishing moment

Man kann sehen, dass sich die Zerlegungen deutlich voneinander unterscheiden. Gehen wir zunächst auf die Approximationen ein. Es ist deutlich, dass es bei der ersten Darstellung mit nur einem verschwindenden Moment kaum einen Unterschied zu einer Haar-Wavelet Zerlegung gibt, wohingegen es bei der Zerlegung mit fünf verschwindenden Momenten der Verlauf der Approximationen sich ein wenig verändert. Wird die Anzahl der verschwindenden Momente auf zehn verdoppelt, so wird der Verlauf noch unkontinuierlicher und einzelne Amplituden fangen an zu schwanken. Bei fünfzehn bestätigt sich diese Beobachtung sogar verstärkt. Sieht man sich die Details der Zerlegungen an, entdeckt man ebenfalls eine Veränderung. Ähnlich wie bei den Approximationen wird der kontinuierliche Verlauf mit steigender Anzahl an verschwindenden Momenten gestört und die Amplituden variieren und verkleinern sich.

1.2.4 Vergleich der Zerlegungen mittels Daubechies-Wavelets und Haar-Wavelets

Zuletzt wird in der Vorbereitung des Praktikums die Zerlegungen mittels Daubechies-Wavelets mit den Zerlegungen mittels Haar-Wavelets verglichen. Die Unterschiede sind folgende:

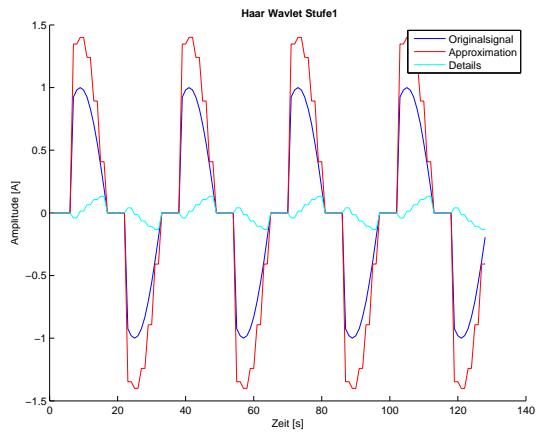


Abb. 19: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 1

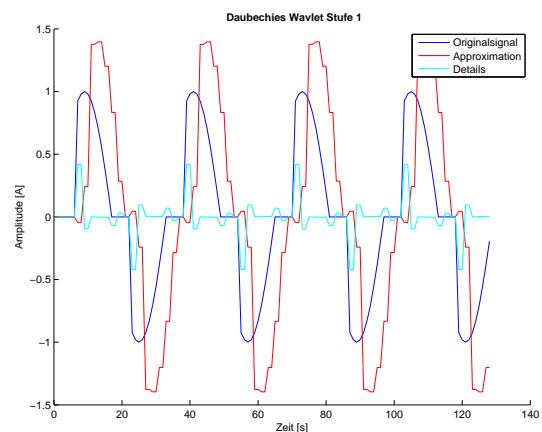


Abb. 20: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 1

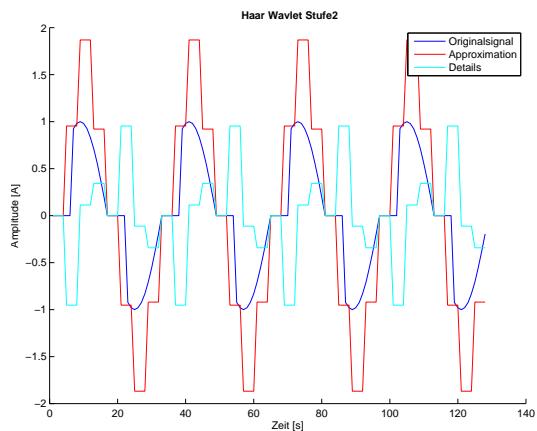


Abb. 21: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 2

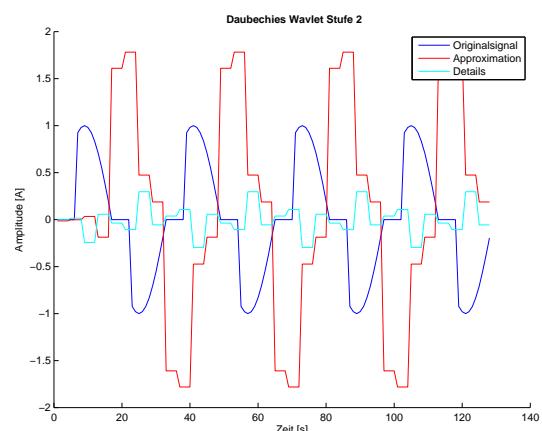


Abb. 22: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 2

1 VORBEREITUNGSAUFGABEN

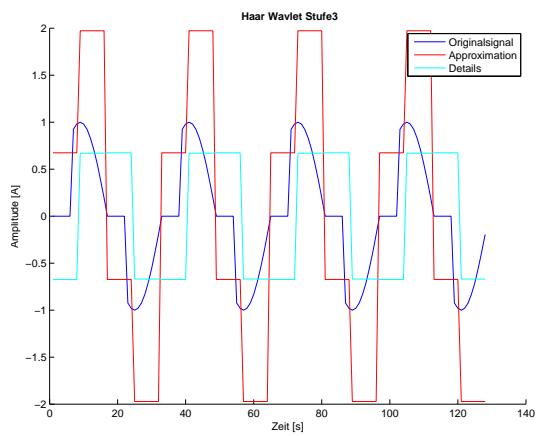


Abb. 23: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 3

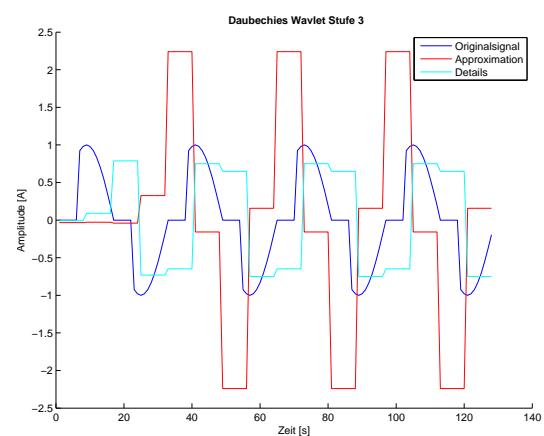


Abb. 24: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 3

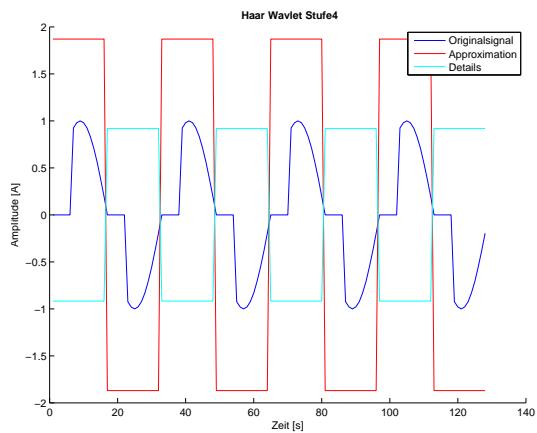


Abb. 25: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 4

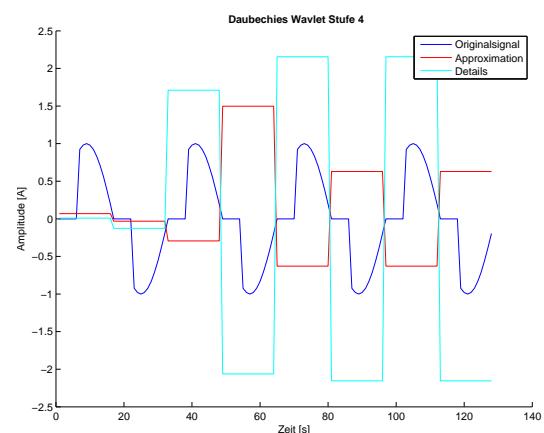


Abb. 26: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 4

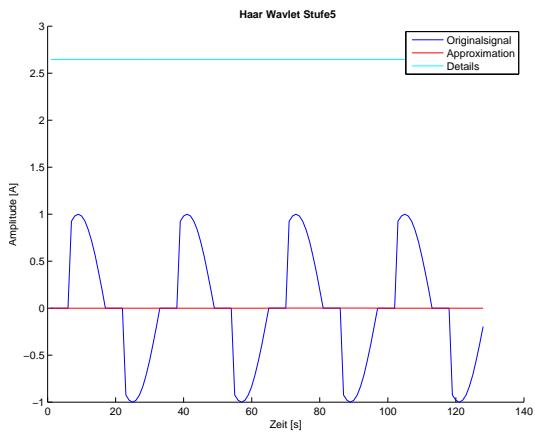


Abb. 27: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 5

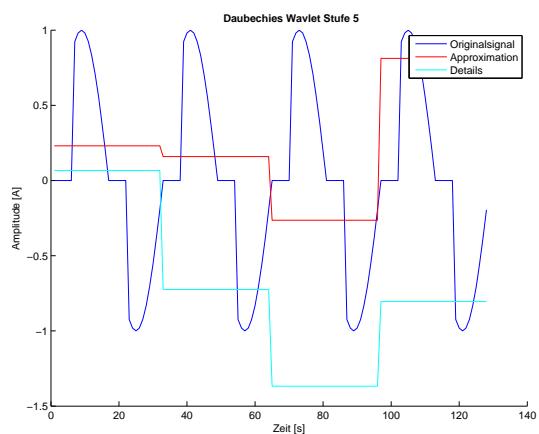


Abb. 28: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 5

Zuerst fällt auf, dass die Zerlegung mit unterschiedlichen Wavelets unterschiedliche Approximation und daraus resultierend unterschiedliche Details zur Folge hat. Des weiteren fällt auf, dass bei der Haar-Wavelet Transformation in der Stufe 5 alle 4 Werte konstant 0 sind, während die Werte der Approximation bei der Daubechies-Wavelets Transformation unterschiedlich sind.

2 Durchführungen

2.1 Durchführung zu Termin 7

TODO:

Timo schreibt was

2.2 Durchführung zu Termin 8

Der Versuchsaufbau im 8.Termin des Praktikums ähnelte zwar der gleich Aufbau wie im 7.Termin. Anstatt aber den Motorstrom und das Tachosignal aufzunehmen, maßen wir nur den Strom (AC- und DC-Anteil) des fehlerfreien Universal-motors. Dieses Signal wurde dann mithilfe von Haar- und Daubechies-Wavelets zerlegt und untersucht. Dabei sollten geeignete Approximations- und Detailsdarstellungen gewählt werden, um den Einschaltzeitpunkt und den Drehzahlanstieg über der Zeit darzustellen.

Außerdem wurde der Strom (nur AC-Anteil) des fehlerfreien Motors und des Motors mit Lamellenfehler im stationären Zustand aufgenommen. Diese Stromsignale der zwei verschiedenen Motoren wurden dann anhand der Wavelets auf Unterschiede untersucht. Die Ergebnisse werden in der Auswertung diskutiert.

3 Auswertung

3.1 Auswertung Termin 7

TODO:

timo schreibt was

3.2 Auswertung Termin 8

TODO:

noch zu schreiben

Fehlerfrei Hochlaufen

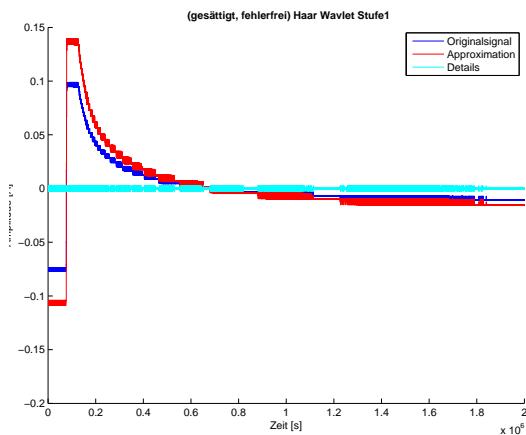


Abb. 29: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 1

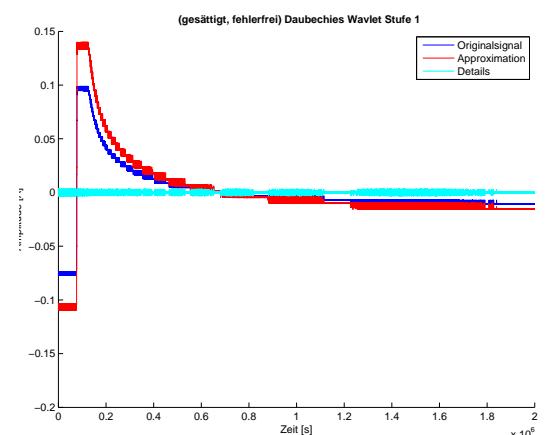


Abb. 30: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 1

3 AUSWERTUNG

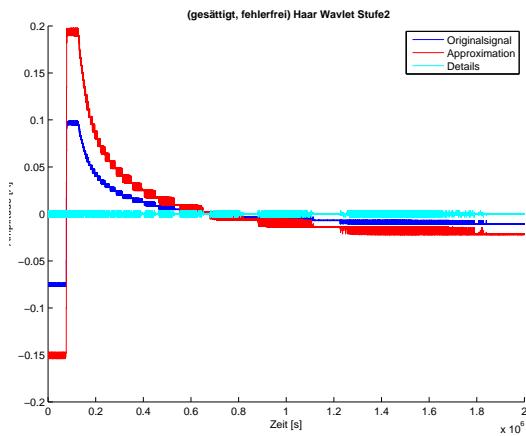


Abb. 31: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 2

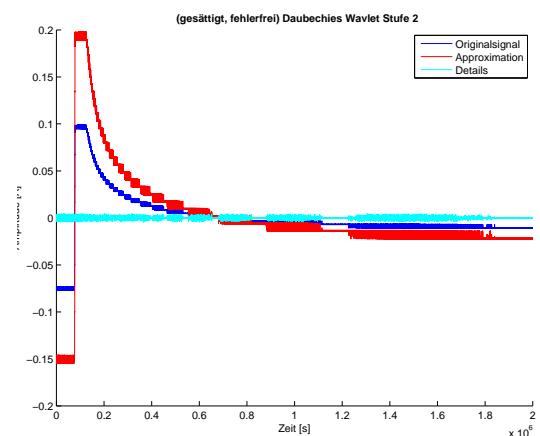


Abb. 32: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 2

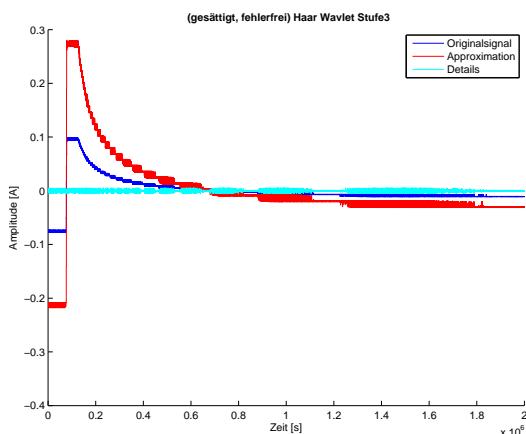


Abb. 33: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 3

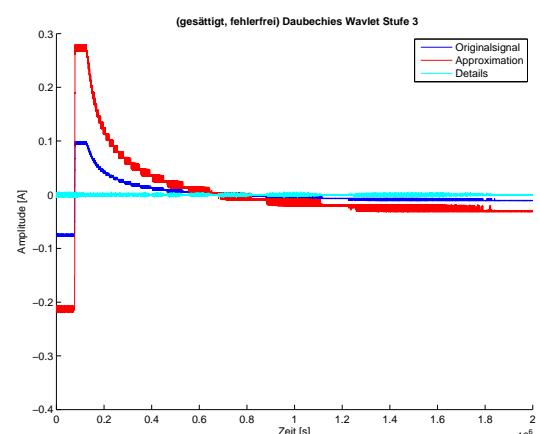


Abb. 34: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 3

3 AUSWERTUNG

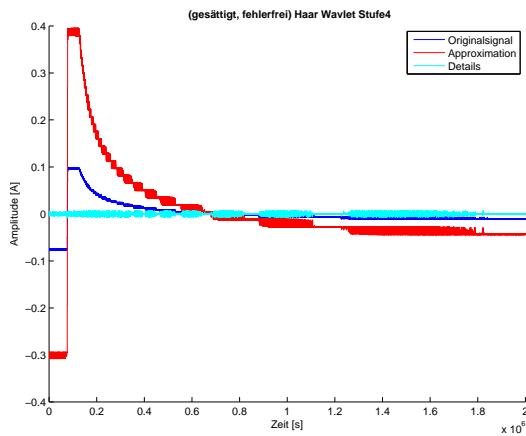


Abb. 35: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 4

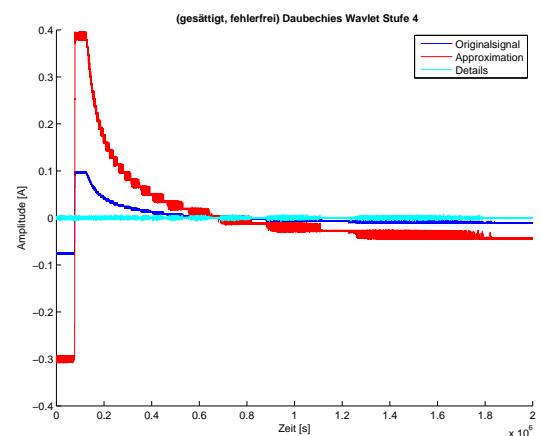


Abb. 36: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 4

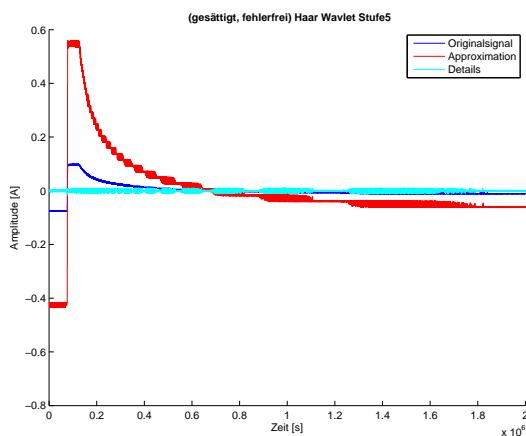


Abb. 37: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 5

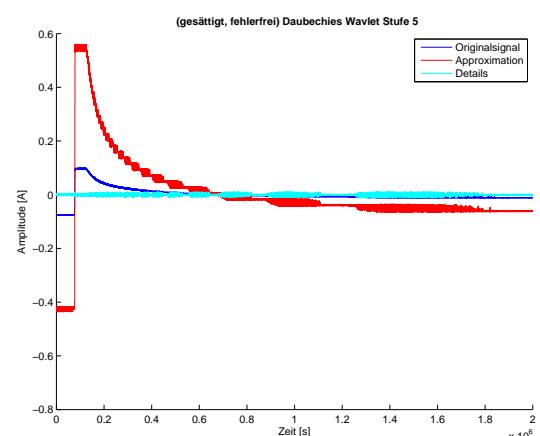


Abb. 38: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 5

3 AUSWERTUNG

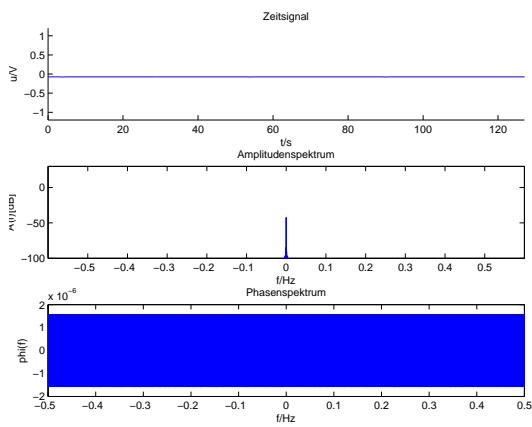


Abb. 39: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 1

Fehlerfrei gesättigt

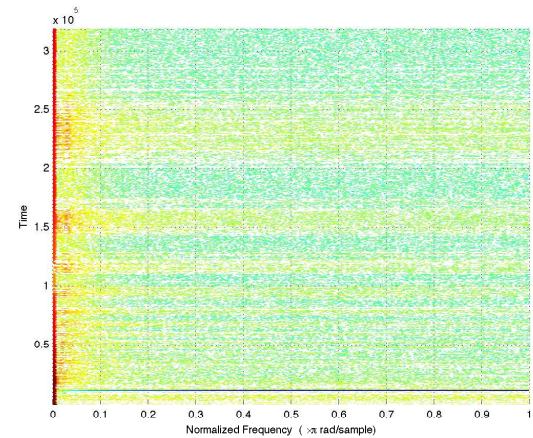


Abb. 40: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 1

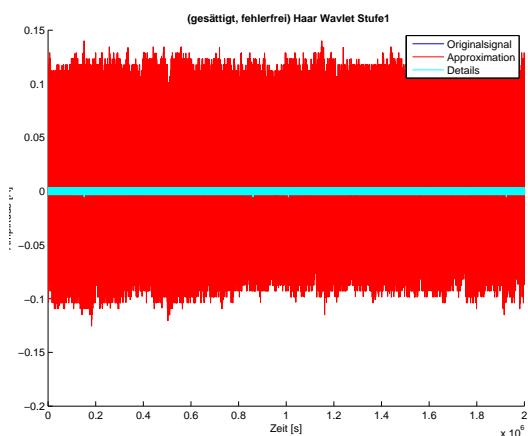


Abb. 41: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 1

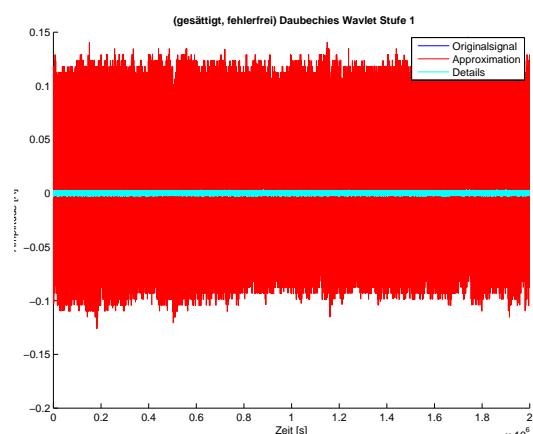


Abb. 42: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 1

3 AUSWERTUNG

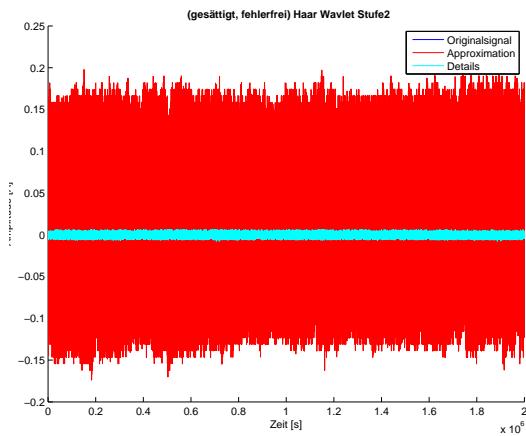


Abb. 43: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 2

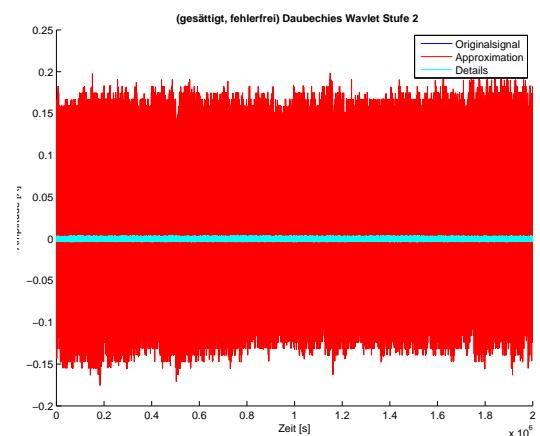


Abb. 44: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 2

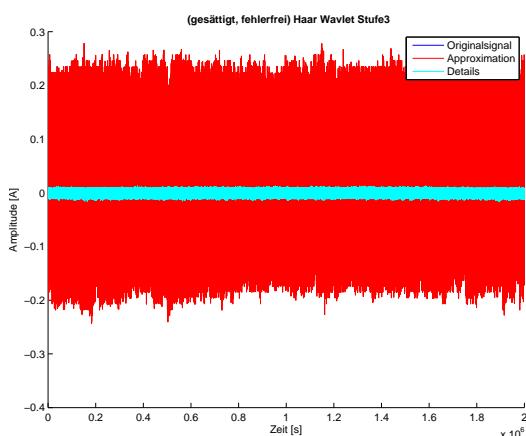


Abb. 45: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 3

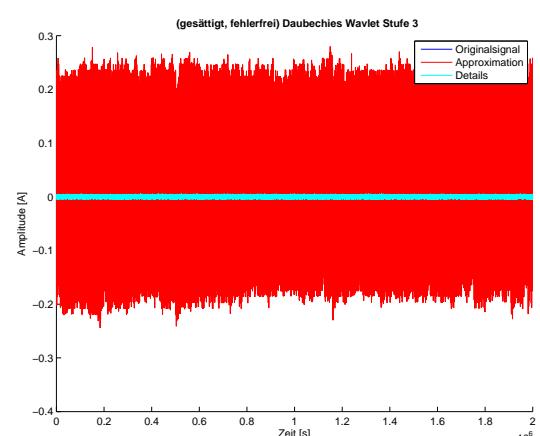


Abb. 46: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 3

3 AUSWERTUNG

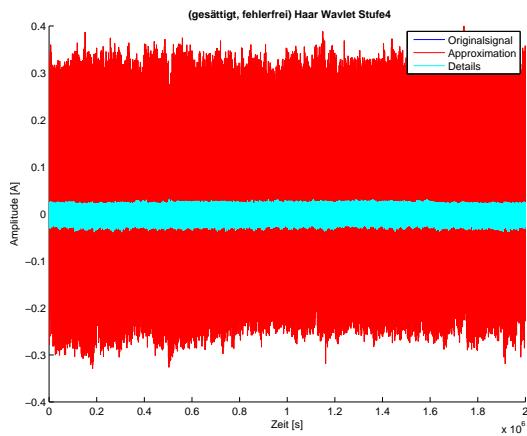


Abb. 47: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 4

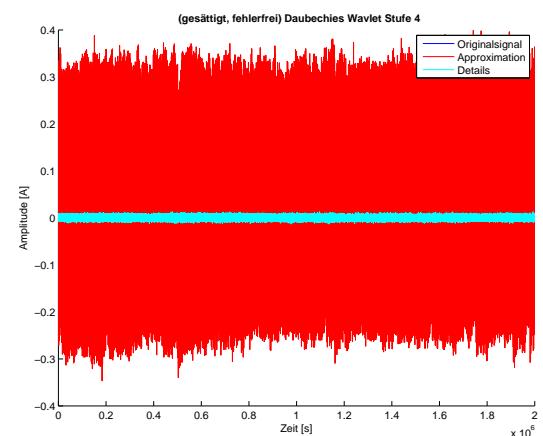


Abb. 48: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 4

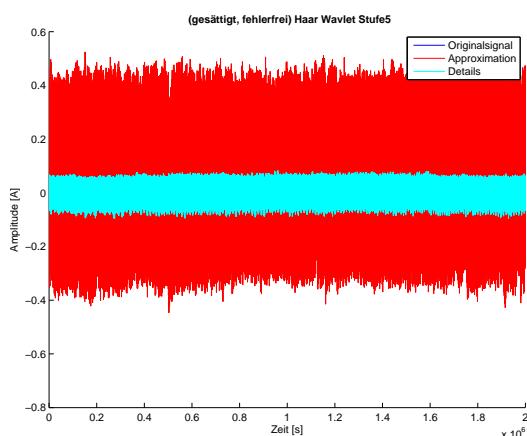


Abb. 49: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 5

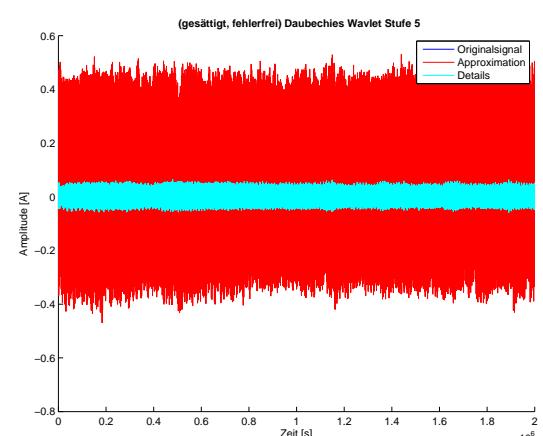


Abb. 50: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 5

Abb. 51: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 1

ättigt_{spectrogram.pdf}

Abb. 52: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 1

Lamellenfehler_{gesättigt}

./Bilder/Termin8/fehlerfrei_gesaettigt_Spektrum.pdf

./Bilder/Termin8/fehlerfrei_

3 AUSWERTUNG

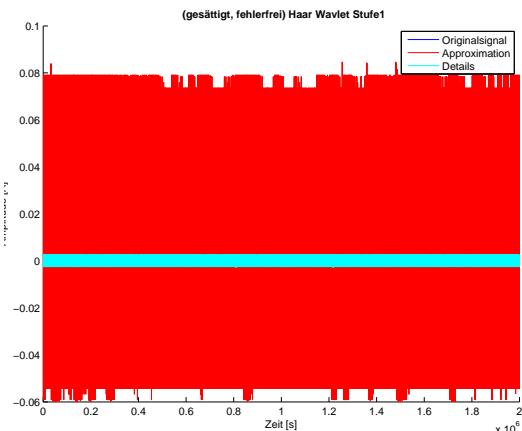


Abb. 53: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 1

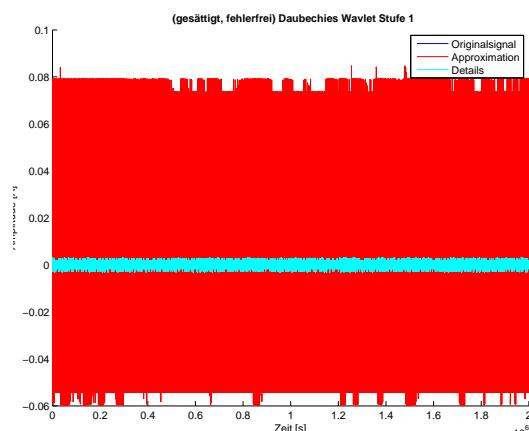


Abb. 54: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 1

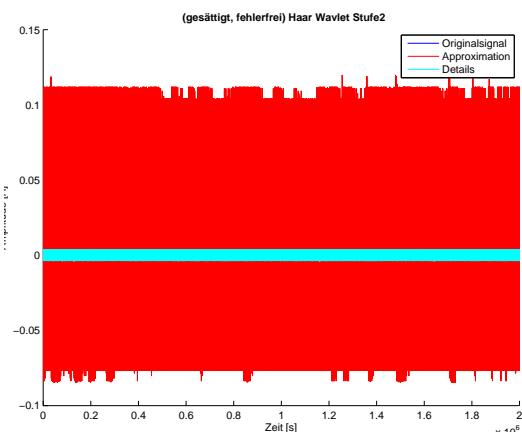


Abb. 55: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 2

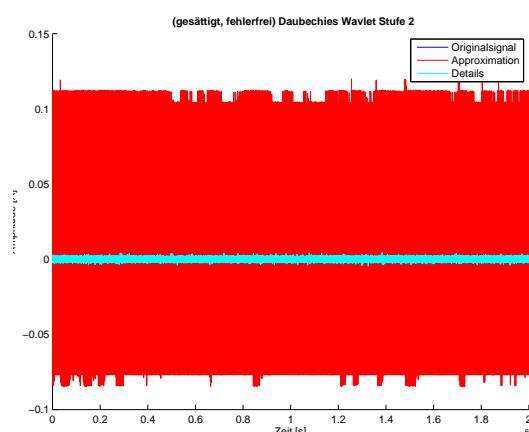


Abb. 56: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 2

3 AUSWERTUNG

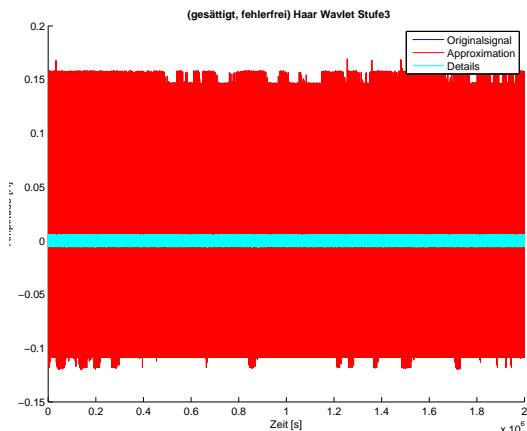


Abb. 57: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 3

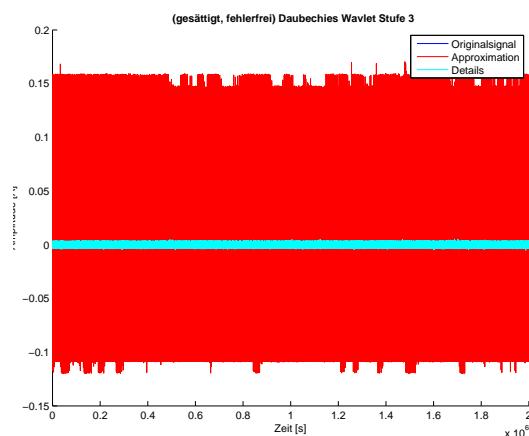


Abb. 58: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 3

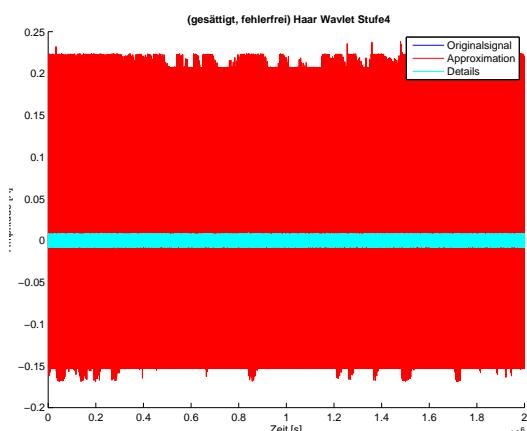


Abb. 59: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 4

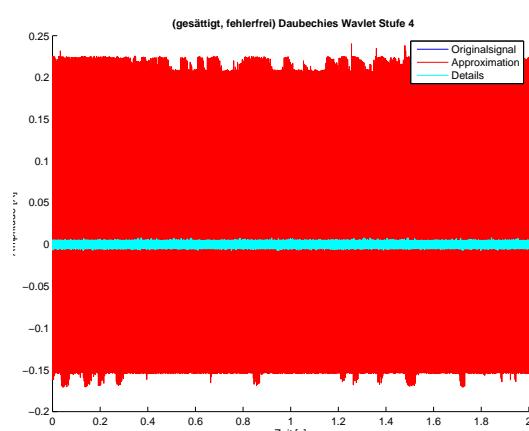


Abb. 60: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 4

4 QUELLCODES

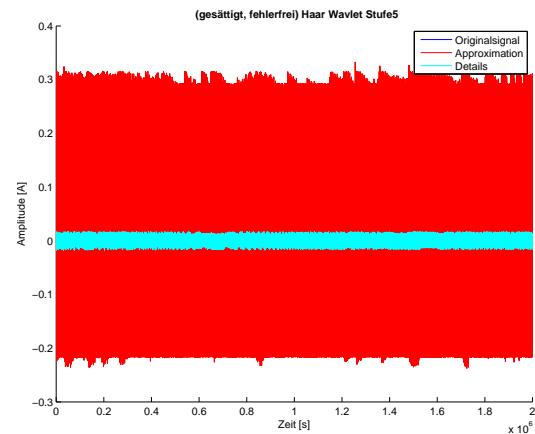


Abb. 61: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 5

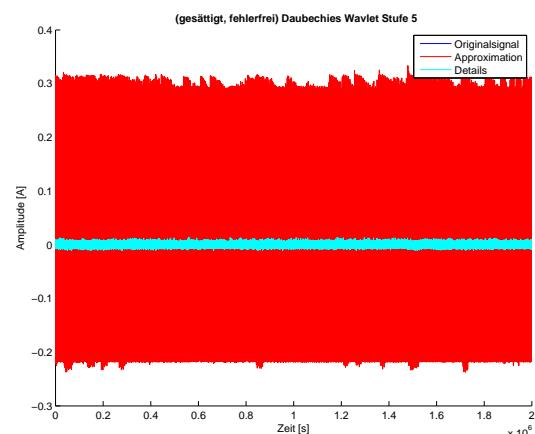


Abb. 62: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 5

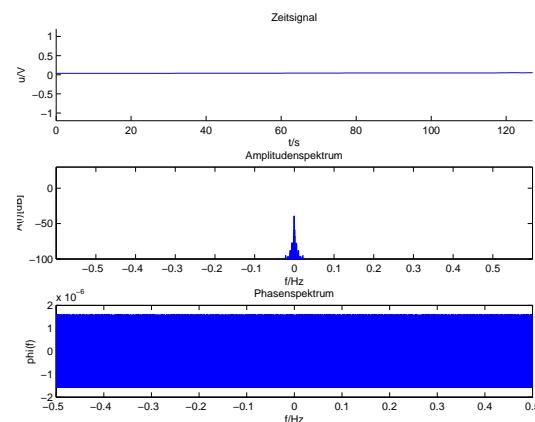


Abb. 63: Haar-Wavelet Zerlegung, Level 1

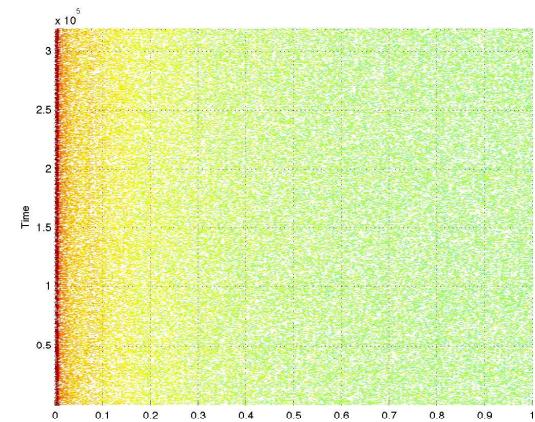


Abb. 64: Daubechies-Wavelet Zerlegung, Level 1

4 Quellcodes

4.1 Codes aus Termin 7

4.1.1 Frequenzverlauf über der Zeit

Listing 1: frequenz imZeitbereich ausSignal

```

1 %Funktion zum Errechnen der Frequenz aus dem Zeitsignal
2
3 function frequenz_imZeitbereich_ausSignal (u, t)
4
5 p = length(t);
6 q = max(t)/p;
7
8 i = 0;
```

```

9 for k = 1:1:length(u) %i = Anzahl der Nulldurchge
10   if (u(k) < 0 && u(k+1) >=0) || (u(k) > 0 && u(k+1) <=0)
11     i = i+1;
12   end
13 end

14
15 nulldurchgang = ones(1,i)*-9;    %Vektor der Le i
16
17 j = 1;
18 for indx = 1:1:length(u)-1
19   if (u(indx) < 0 && u(indx+1) >=0) || (u(indx) > 0 && u(indx+1) <=0)
20     if abs(u(indx)) > abs(u(indx+1))
21       nulldurchgang(j) = indx+1;
22     else
23       nulldurchgang(j) = indx;      %Index, welcher am nstigen Nulldurchgang ist, wird
24       bernommen
25     end
26     j = j+1;
27   end
28 end

29 %Vektor fr Frequenzeintr
30 v = length(nulldurchgang);
31 frequenzen = ones(1,v)*-9;
32
33 for n = 1:1:v-4          %4 Nulldurchge , also 2 Perioden werden betrachtet
34   diff = nulldurchgang(n+4)-nulldurchgang(n);
35   frequenzen(n) = 1/(diff*0.5*q);
36 end

37
38 figure(1);
39 [AX H1 H2] = plotyy(t,u,nulldurchgang*(max(t)/p),frequenzen,'plot','stem');
40 % AXIS([0 2 -1.1 1.1]);
41 xlabel('Zeitachse[s]');
42 set(get(AX(1),'Ylabel'), 'String', 'Amplitude[V]');
43 set(get(AX(2),'Ylabel'), 'String', 'Frequenz[Hz]');
44 title ('u-Signal und Frequenzanstieg ber die Zeit');
45

```

4.1.2 Frequenzverlauf aus dem Spektrogramm

Listing 2: frequenz durch Spektrogramm

```

1 % Funktion zur Errechnung der Frequenzen durch das Spektrogramm
2
3 function frequenz_durch_Spektrogramm(x_t,t)
4
5
6 N=length(t);
7 fs=N/max(t);
8
9 wnsize=256;
10 wnooverlap= 250;
11 nr_abtastwerte_frequenz= 256;
12
13 [S,F,T]=spectrogram(x_t,wnsize,wnoverlap,nr_abtastwerte_frequenz,fs);
14
15 %spectrogram(x_t,wnsize,wnoverlap,nr_abtastwerte_frequenz,fs);

```

```

16 groesse = size(S);
17 maxfrequ = ones(1,groesse(1))*-9;
18 maxfrequ_umgerechnet = ones(1,groesse(1))*-9;
19 maxindx = ones(1,groesse(1))*-8;
20 maxindx_umgerechnet = ones(1,groesse(1))*-8;
21
22 for i=1:groesse(2)
23 [maxfrequ(i) maxindx(i)] = max(abs(S(:,i)));
24 maxfrequ_umgerechnet(i) = F(round(maxindx(i)+1));
25 maxindx_umgerechnet(i) = T(round(i));
26
27 end
28
29 maxindx_umgerechnet
30
31 figure(204);
32 [AX H1 H2] = plotyy(t,x_t,maxindx_umgerechnet,maxfrequ_umgerechnet,'plot','stem');
33 % AXIS([0 2 -1.1 1.1]);
34 xlabel('Zeitachse [s]');
35 set(get(AX(1),'Ylabel'), 'String', 'Amplitude [V]');
36 set(get(AX(2),'Ylabel'), 'String', 'Frequenz [Hz]');
37 title ('\bf Chirp-Signal und Frequenzaufstieg über die Zeit');
38 end

```

4.1.3 Algorithmus zur Drehfrequenzberechnung

Listing 3: Algorithmus zur Drehfrequenzberechnung

```

1 %MDV Praktikum 7 Vorbereitungsaufgabe 4 – Testprogramm
2
3 clear all; clc; close all;
4
5 %Messwerte laden
6 messung1 = load('MotorStrom_10V_100kS.mat');
7 messung2 = load('MotorStrom_20V_100kS.mat');
8 messung3 = load('MotorStrom_30V_100kS.mat');
9
10 % Strme und Tachos identifizieren
11 strom1 = messung1.strom;
12 tacho1 = messung1.tacho;
13 strom2 = messung2.strom;
14 tacho2 = messung2.tacho;
15 strom3 = messung3.strom;
16 tacho3 = messung3.tacho;
17
18 %Versorgungsspannungen
19 A1 = 10;
20 A2 = 20;
21 A3 = 30;
22
23 f_T = 100000;
24 T_ges = 1/f_T;
25
26 %plottet Spektren der strme
27 [y_DFT_abs_10V_strom f_DFT_10V_strom]= MotorStrom_Amplitudenspektrum(strom1,T_ges,f_T,10,'b'
28 ,1);
29 [y_DFT_abs_20V_strom f_DFT_20V_strom]= MotorStrom_Amplitudenspektrum(strom2,T_ges,f_T,10,'b'
30 ,2);

```

```

29 [y_DFT_abs_30V_strom f_DFT_30V_strom]= MotorStrom_Amplitudenspektrum(strom3,T_ges,f_T,10,'b'
,3);
30
31 %findet Index vom hchsten Peak
32 [maxwert10_strom maxind10_strom]= max(y_DFT_abs_10V_strom);
33 [maxwert20_strom maxind20_strom]= max(y_DFT_abs_20V_strom);
34 [maxwert30_strom maxind30_strom]= max(y_DFT_abs_30V_strom);
35
36 %berechnet entsprechende Drehzahl
37 Drehzahl_Motor_10V_strom = abs(f_DFT_10V_strom(maxind10_strom))/18
38 Drehzahl_Motor_20V_strom = abs(f_DFT_20V_strom(maxind20_strom))/18
39 Drehzahl_Motor_30V_strom = abs(f_DFT_30V_strom(maxind30_strom))/18
40
41 %plottet Spektren der tachos
42 [y_DFT_abs_10V_tacho f_DFT_10V_tacho]= MotorStrom_Amplitudenspektrum(tacho1,T_ges,f_T,10,'b'
,4);
43 [y_DFT_abs_20V_tacho f_DFT_20V_tacho]= MotorStrom_Amplitudenspektrum(tacho2,T_ges,f_T,20,'b'
,5);
44 [y_DFT_abs_30V_tacho f_DFT_30V_tacho]= MotorStrom_Amplitudenspektrum(tacho3,T_ges,f_T,30,'b'
,6);
45
46 %findet Index vom hchsten Peak
47 [maxwert10_tacho maxind10_tacho]= max(y_DFT_abs_10V_tacho);
48 [maxwert20_tacho maxind20_tacho]= max(y_DFT_abs_20V_tacho);
49 [maxwert30_tacho maxind30_tacho]= max(y_DFT_abs_30V_tacho);
50
51
52 %berechnet entsprechende Drehzahl
53 Drehzahl_Motor_10V_tacho = abs(f_DFT_10V_tacho(maxind10_tacho))/8
54 Drehzahl_Motor_20V_tacho = abs(f_DFT_20V_tacho(maxind20_tacho))/8
55 Drehzahl_Motor_30V_tacho = abs(f_DFT_30V_tacho(maxind30_tacho))/8
56
57
58 % Drehzahl_Motor_10V_tacho/Drehzahl_Motor_10V_strom
59 % Drehzahl_Motor_20V_tacho/Drehzahl_Motor_20V_strom
60 % Drehzahl_Motor_30V_tacho/Drehzahl_Motor_30V_strom
61
62 Drehzahl_Motor_10V_tacho/Drehzahl_Motor_10V_strom
63 Drehzahl_Motor_20V_tacho/Drehzahl_Motor_20V_strom
64 Drehzahl_Motor_30V_tacho/Drehzahl_Motor_30V_strom

```

4.2 Codes aus Termin 8

4.2.1 Funktion haardec.m

Listing 4: Funktion haardec.m

```

1 % Vorbereitungsaufgabe 1.1 Termin 8
2 function [u,v] = haardec_8_1_1(x)
3 % function [u,v] = haardec(x)
4 %
5 % filename :      haardec
6 % author:        g Dogan, Timo Lausen, Boris Hendkell
7 % organisation : TU Berlin
8 % p r o j e c t : MDV PR
9 % date :         04.07.2012
10 %

```

4 QUELLCODES

```
1 % description : fhtt einen Zerlegungsschritt
2 %
3 % input : x - zu zerlegendes Signal
4 % output : u - Approximationen
5 % v - Details
6 %
7 %
8 N = length(x);
9 u = ones(1,N/2)*-99;
10 v = ones(1,N/2)*-88;
11 j=1;
12 for i=1:N/2
13     u(i) = (x(j)+x(j+1))/sqrt(2);
14     v(i) = (x(j)-x(j+1))/sqrt(2);
15     j=j+2;
16 end
```

4.2.2 Funktion haardecleve.m

Listing 5: Funktion haardecleve.m

```
1 % Vorbereitungsaufgabe 1.2 Termin 8
2 function S = haardecleve.8_1_2(x,lvl)
3 % function [S] = haardecleve(x, lvl )
4 %
5 % filename : haardecleve
6 % author: g Dogan, Timo Lausen, Boris Hendkell
7 % organisation : TU Berlin
8 % p r o j e c t : MDV PR
9 % date : 04.07.2012
10 %
11 % description : fhtt die schnelle Haartransformation
12 % bis zu einem vorgegebenen
13 % Skalierungslevel durch
14 % input: x ? zu zerlegendes Signal
15 % lvl ? Skalierungslevel
16 % output: S ? Matrix mit Skalierungen und Details
17 % Dimensionen: lvl+1: Signalle
18 % Jede Zeile enth die Approximationen
19 % gefolgt von den Details eines Levels
20 %
21 N = length(x);
22 S = ones(lvl+1,N)*-77;
23
24 S(1,:) = x;
25 u = x;
26 for i=2:lvl+1
27     [u v] = haardec.8_1_1(u);
28     N2 = length(u);
29     S(i ,:) = [u,v,S(i-1,2*N2+1:N)];
30 end
```

4.2.3 Funktion getAppDet.m

Listing 6: Funktion getAppDet.m

4 QUELLCODES

```
1 % Vorbereitungsaufgabe 1.3 Termin 8
2 function [u,v] = getAppDet_8.1.3(S, lvl )
3 % function [u,v] = getAppDet(S, lvl )
4 %
5 % filename :      getAppDet
6 % author:        g Dogan, Timo Lausen, Boris Hendkell
7 % organisation : TU Berlin
8 % p r o j e c t : MDV PR
9 % date :         04.07.2012
10 %
11 % description : extrahiert die Approximationen
12 %                 und details eines Levels
13 % input :        S ? Matrix mit Signalzerlegung
14 %                 lvl ? Skalierungslevel
15 % output :       u ? Approximationen
16 %                 v ? Details
17 %
18 [M N] = size(S);
19 u = S(lvl+1,(1:N/(2^lvl)));
20 % v = S(lvl+1,(N/(2^lvl)+1:N));
21 v = S(lvl+1,(N/(2^lvl)+1:2*N/(2^lvl)));
```

4.2.4 Funktion Daubechies_Wavelets.m

Listing 7: Funktion Daubechies_Wavelets.m

```
1 %MDV Praktikum 8 Vorbereitungsaufgabe 3
2 %Daubechies-Wavelets
3 %Bemerkung: Anzahl der verschwindenden Momenten variierbar durch
4 %db1,db4,db15
5
6
7 function [approx details] = Daubechies_Wavelets(x,lvl, db)
8
9 %Skalierungslevel variabel
10 N = lvl ;
11
12 %mittels wavedec: Daubechies-Wavelet ('db1'-wavename)
13 % C      = [app. coef.(N)|det. coef.(N) |... |det. coef.(1)]
14 % L(1)   = length of app. coef.(N)
15 % L(i)   = length of det. coef.(N-i+2) for i = 2,..., N+1
16 % L(N+2) = length(X)
17 [C,L] = wavedec(x,N,db);
18
19 %mittel appcoef: Berechnung der App.Koeffizienten in Level N
20 %gibt Vektor approx der Lnge L(1) mit den Koeffizienten aus
21 approx = appcoef(C,L,db,N);
22
23 %mittels detcoef: Berechnung der Det.Koeffizienten in Level N
24 %gibt Vektor details der Lnge L(1) mit den Koeffizienten aus
25 %braucht keine Wavelet-Vorgabe mehr, nur Ergebnisse aus wavedec
26 details = detcoef(C,L,N);
```

4.2.5 Vorbereitungsaufgaben Plots

Listing 8: Aufrufe für die Plots

```

1 % Vorbereitungsaufgaben 8
2
3 close all; clc, clear;
4
5 load('strom');
6
7 Bilder_abspeichern = 0;
8
9 S = haardeclevel_8_1_2(x,5);
10
11 fignum=801;
12 for lvl=1:5
13     %% errechnen der Approximation und Details des jeweiligen Levels
14     [u v] = getAppDet_8_1_3(S, lvl);
15
16     [ud vd] = Daubechies_Wavelets(x,lvl,'db3');
17     [ud1 vd1] = Daubechies_Wavelets(x,lvl,'db1');
18     [ud5 vd5] = Daubechies_Wavelets(x,lvl,'db5');
19     [ud10 vd10] = Daubechies_Wavelets(x,lvl,'db10');
20     [ud15 vd15] = Daubechies_Wavelets(x,lvl,'db15');
21
22     %% Strecken des Approximation und der Details
23     N=length(u);
24     u2=ones(1,N*2^lvl);
25     v2=ones(1,N*2^lvl);
26
27     ud2 = ones(1,N*2^lvl);
28     vd2 = ones(1,N*2^lvl);
29     ud21 = ones(1,N*2^lvl);
30     vd21 = ones(1,N*2^lvl);
31     ud25 = ones(1,N*2^lvl);
32     vd25 = ones(1,N*2^lvl);
33     ud210 = ones(1,N*2^lvl);
34     vd210 = ones(1,N*2^lvl);
35     ud215 = ones(1,N*2^lvl);
36     vd215 = ones(1,N*2^lvl);
37
38
39 j=1;
40 %% Die Approximation und die Details auf die Le von x normieren
41 for i=1:N
42     for k=1:2^lvl
43         u2(j) = u(i);
44         v2(j) = v(i);
45         ud2(j) = ud(i);
46         vd2(j) = vd(i);
47         ud21(j) = ud1(i);
48         vd21(j) = vd1(i);
49         ud25(j) = ud5(i);
50         vd25(j) = vd5(i);
51         ud210(j) = ud10(i);
52         vd210(j) = vd10(i);
53         ud215(j) = ud15(i);
54         vd215(j) = vd15(i);
55         j = j+1;
56     end
57 end
58

```

```

59 %% plotten der Approximation und der Details
60 %Haar–Wavelet
61 figure(fignum);
62 hold on
63 plot(x)
64 plot(u2,'r')
65 plot(v2,'c')
66 hold off
67 title (['\bf Haar_Wavlet_Stufe',num2str(lvl)]);
68 xlabel('Zeit [s]');
69 ylabel('Amplitude [A]');
70 legend('Originalsignal', 'Approximation', 'Details');

71
72 if Bilder_abspeichern == 1
73 figure(fignum);
74 name=[' ../../ Bilder/Termin8/Haar_Wavlet_lvl_',num2str(lvl),'.pdf'];
75 print('-painters',' -dpdf', '-r600',name)
76 end

77 fignum= fignum+1;

78 % Daubechies–Wavelet

79
80 figure(fignum);
81 hold on
82 plot(x)
83 plot(ud2,'r')
84 plot(vd2,'c')
85 hold off
86 xlabel('Zeit [s]');
87 ylabel('Amplitude [A]');
88 legend('Originalsignal', 'Approximation', 'Details');

89 title (['\bf Daubechies_Wavlet_Stufe',num2str(lvl)]);

90
91 if Bilder_abspeichern == 1
92 figure(fignum);
93 name=[' ../../ Bilder/Termin8/Daubechies_Wavlet_lvl_',num2str(lvl),'.pdf'];
94 print('-painters',' -dpdf', '-r600',name)
95 end

96 fignum= fignum+1;

97 % 1db Daubechies–Wavelet

98
99 figure(fignum);
100 hold on
101 plot(x)
102 plot(ud21,'r')
103 plot(vd21,'c')
104 hold off
105 xlabel('Zeit [s]');
106 ylabel('Amplitude [A]');
107 legend('Originalsignal', 'Approximation', 'Details');

108 title (['\bf Daubechies_Wavlet_1dB_Stufe',num2str(lvl)]);

109
110 if Bilder_abspeichern == 1
111 figure(fignum);
112 name=[' ../../ Bilder/Termin8/Daubechies_Wavlet_1dB_Stufe_',num2str(lvl),'.pdf'];
113 print('-painters',' -dpdf', '-r600',name)
114 end
115
116
117

```

```

118     figure(fignum);
119     name=[ '../ Bilder/Termin8/Daubechies_Wavlet_1db_lvl',num2str(lvl),'.pdf'];
120     print(' -painters', '-dpdf', '-r600',name)
121 end
122
123 fignum= fignum+1;
124
125 % 5db Daubechies-Wavelet
126
127 figure(fignum);
128 hold on
129 plot(x)
130 plot(ud25,'r')
131 plot(vd25,'c')
132 hold off
133 title (['\bf Daubechies_Wavlet_5dB_Stufe',num2str(lvl)]);
134 xlabel('Zeit_[s]');
135 ylabel('Amplitude_[A]');
136 legend('Originalsignal', 'Approximation', 'Details');
137
138 if Bilder_abspeichern == 1
139     figure(fignum);
140     name=[ '../ Bilder/Termin8/Daubechies_Wavlet_5db_lvl',num2str(lvl),'.pdf'];
141     print(' -painters', '-dpdf', '-r600',name)
142 end
143
144 fignum= fignum+1;
145
146 % 10db Daubechies-Wavelet
147
148 figure(fignum);
149 hold on
150 plot(x)
151 plot(ud210,'r')
152 plot(vd210,'c')
153 hold off
154
155 xlabel('Zeit_[s]');
156 ylabel('Amplitude_[A]');
157 legend('Originalsignal', 'Approximation', 'Details');
158
159 title (['\bf Daubechies_Wavlet_10dB_Stufe',num2str(lvl)]);
160
161 if Bilder_abspeichern == 1
162     figure(fignum);
163     name=[ '../ Bilder/Termin8/Daubechies_Wavlet_10db_lvl',num2str(lvl),'.pdf'];
164     print(' -painters', '-dpdf', '-r600',name)
165 end
166
167 fignum= fignum+1;
168
169 % 15db Daubechies-Wavelet
170
171 figure(fignum);
172 hold on
173 plot(x)
174 plot(ud215,'r')
175 plot(vd215,'c')
176 hold off

```

```
177 xlabel('Zeit [s]');
178 ylabel('Amplitude [A]');
179 legend('Originalsignal', 'Approximation', 'Details');
180
181
182
183 title ([ '\bf Daubechies\_Wavlet\_15dB\_Stufe',num2str(lvl)]);
184
185 if Bilder_abspeichern == 1
186 figure(fignum);
187 name=[ '../ Bilder/Termin8/Daubechies_Wavlet_15db_lvl',num2str(lvl),'.pdf'];
188 print('-painters', '-dpdf', '-r600',name)
189 end
190
191 fignum= fignum+1;
192
193
194 end
195
196
197
198 wn = ones(1,length(x));
199 fs = 1;
200
201 Spektrum(x, wn, fs, 1, 'b', -0.6,0.6,-100,30, fignum);
202
203 if Bilder_abspeichern == 1
204 figure(fignum);
205 name=[ '../ Bilder/Termin8/Spektrum.pdf'];
206 print('-painters', '-dpdf', '-r600',name)
207 end
208
209 fignum=fignum+1;
210 figure(fignum);
211 spectrogram(x,25,24)
212
213 if Bilder_abspeichern == 1
214 figure(fignum);
215 name=[ '../ Bilder/Termin8/Spectrogram.pdf'];
216 print('-painters', '-dpdf', '-r600',name)
217 end
```