

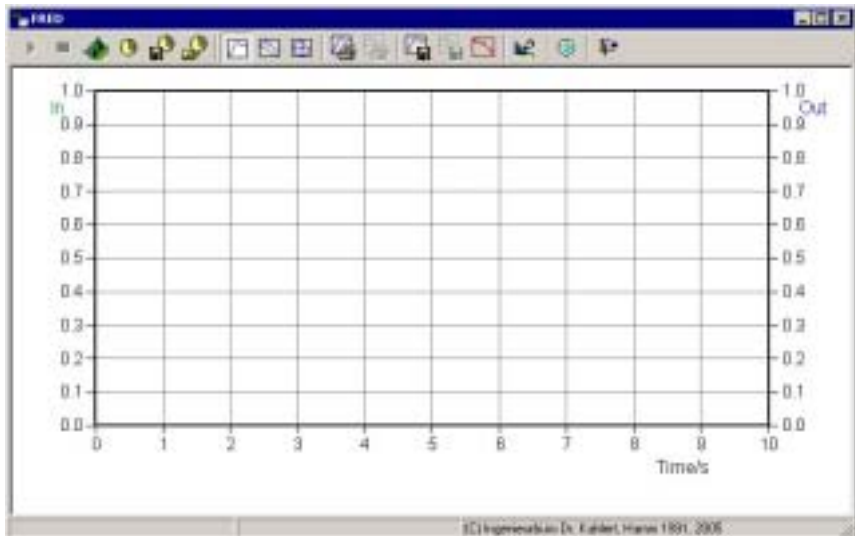
Experimentelle Frequenzganganalyse mit FRED

Übersicht	12.2
Frequenzgangsmessung	12.3
Hintergrund	12.3
Konfiguration	12.4
Hardwaretreiber	12.4
Einstellungen zur Messaufnahme	12.6
Kanalzuweisung	12.6
Sprungantwort	12.8
Frequenzgang	12.8
Rücksetzen der Strecke	12.11
Speichern und Laden der Konfiguration	12.12
Durchführung einer Messung	12.13
Bearbeiten eines Frequenzgangs	12.17
Messpunkte löschen	12.17
Messpunkte hinzufügen	12.18
Messdaten drucken und speichern	12.19

Übersicht

Das WinFACT-Modul zur Frequenzgang-Datenerfassung, FRED, ermöglicht die experimentelle Aufnahme von Frequenzgängen. Hierzu wird durch die Anbindung der WinFACT-Treiber ein Wobbelgenerator aufgebaut, der die unterschiedlichen Frequenzen erzeugt. Die wesentlichen Merkmale von FRED sind:

- Anbindung der WinFACT-Treiber.
- Schnelle und übersichtliche Konfigurierung.
- Datenverarbeitung durch Multithreading und ein hierdurch bedingtes gutes Echtzeitverhalten.
- Grafische Darstellung der Messung sowie aller gemessenen Zeitverläufe.
- Speicherung der Messungen.
- Nachträgliches Einfügen und Löschen von Frequenzen.



FRED nach dem Start

Frequenzgangmessung

Hintergrund

Der Frequenzgang zeigt, wie die Amplitude und Phase von harmonischen Schwingungen (Sinussignalen) unterschiedlicher Frequenzen nach jeweils abgeschlossenem Einschwingvorgang eines linearen dynamischen Systems durch dieses verändert werden. Durch den Frequenzgang wird das Übertragungsverhalten des dynamischen Systems dargestellt.

Zur messtechnischen Bestimmung des Frequenzgangs wird ein System nacheinander mit einer Sinusschwingung mit veränderter Frequenz angeregt. Für jede Frequenz muss solange gewartet werden, bis sich das System im eingeschwungenen Zustand befindet. Erst dann kann eine korrekte Auswertung erfolgen, die zur Amplitudenverstärkung und Phasenlage für die augenblicklich eingestellte Frequenz führt. Dieses Vorgehen wird für sämtliche aufzunehmenden Frequenzen durchgeführt und die gewonnenen Werte in ein Diagramm eingetragen.

Die Amplitudenverstärkung wird in Dezibel (db) und die Phase in Winkelgraden (°) angegeben. Die Verstärkung wird wie folgt bestimmt:

$$G(\omega)[db] = 20 \cdot \log_{10} \frac{A_A(\omega)}{A_E(\omega)}$$

Hierin sind:

A_E die Eingangsamplitude und

A_A die Ausgangsamplitude.

Die Phase unterliegt aufgrund der Periodizität des Sinus-Signals einer Uneindeutigkeit. Die Bestimmung der Phase erfolgt durch:

$$\varphi(\omega)[^\circ] = \frac{(t_E(\omega) - t_A(\omega)) \cdot \omega}{2 \cdot \pi} \cdot 360^\circ$$

Hierin sind:

t_E der Zeitpunkt zu dem das Eingangssignal sein Maximum hat und

t_A der Zeitpunkt zu dem das Ausgangssignal sein Maximum hat.

Die beiden zu bestimmenden Zeitpunkte müssen für die korrekte Ermittlung der Phase in einem kausalen Zusammenhang stehen. Dieser ist aber nicht ohne Weiteres ersichtlich und kann auch nicht bestimmt werden.

FRED geht daher bei allen Systemen davon aus, dass die Änderung der Phasenlage von einer Frequenz zur nächsten nicht größer als $\pm 180^\circ$ ist, was bei genügend kleinem Abstand der Frequenzen für zeitinvariante lineare Übertragungssysteme immer der Fall ist. Bei einem dynamischen System mit Totzeit ist der Abstand schnell nicht mehr klein genug, da die Phase linear mit zunehmender Frequenz abnimmt. In diesem Fall ist es zweckmäßig Messpunkte manuell hinzuzufügen und so den Abstand zu verringern (s. Kapitel Messpunkte hinzufügen).

Bei der Bestimmung der Phase für die kleinste Frequenz, nimmt FRED an, dass die Phase vorher 0 gewesen ist. Daher können an dieser Stelle nur Winkel zwischen $\pm 180^\circ$ ermittelt werden. Gleichzeitig bedeutet dieser Sachverhalt für Sie als Anwender, dass Sie die Frequenzgangaufnahme bei einer entsprechend kleinen Frequenz starten müssen, um einen korrekten Wert für die erste Phase zu erhalten.

Konfiguration

Hardwaretreiber

Bevor ein Frequenzgang einer Strecke gemessen werden kann, muss FRED in geeigneter Weise mit der Strecke verbunden und entsprechend konfiguriert sein. Die Verbindung des Rechners mit der Strecke muss über eine Hardware (z. B. eine Wandlerkarte) erfolgen, die folgende Eigenschaften aufweist:

- es muss mindestens ein analoger Eingang,
- ein analoger Ausgang und
- ein WinFACT-Treiber für die Hardware vorhanden sein.

Bei Modellstrecken besteht häufig die Möglichkeit, diese durch einen weiteren Eingang zurückzusetzen. In diesem Fall benötigt Ihre Hardware einen weiteren

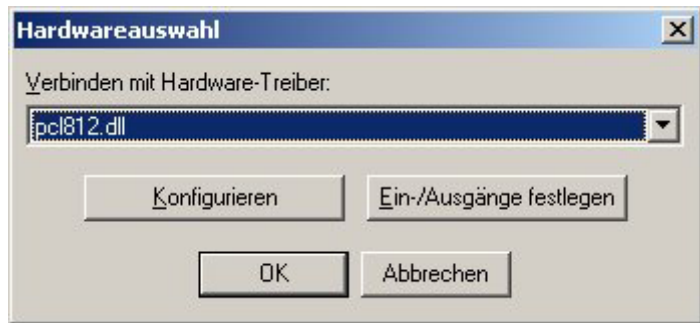
analogen oder digitalen Ausgang, je nach dem was von der Strecke erwartet wird.

Sollten Sie eine Hardware besitzen, für die noch kein WinFACT-Treiber im Internet unter www.kahlert.com gelistet ist, nehmen Sie einfach mit uns Kontakt auf.

Zur Verwendung der Hardware betätigen Sie den Button *Treiberverwendung*. Der darauf erscheinende Dialog enthält eine Liste mit den auf Ihrem System verfügbaren WinFACT-Treibern.



Treiberverwendung



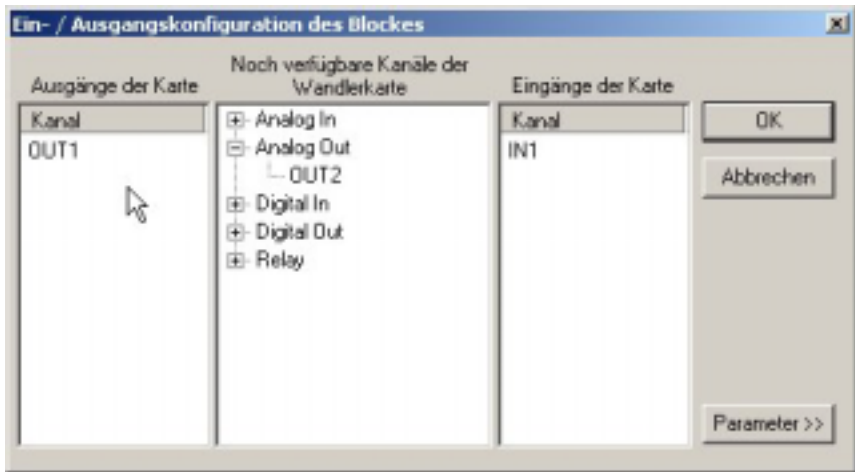
Dialog zur Auswahl des Hardwaretreibers

Sie können nun den Treiber konfigurieren. Da die Konfigurierung Hardware-spezifisch ist, konsultieren Sie dazu bitte die Dokumentation Ihrer Hardware.

Anschließend tragen Sie die Ein- und Ausgänge, die FRED verwenden soll, in die Liste der zu verwendeten Kanäle ein. Dies erledigen Sie nach Betätigung der Schaltfläche *Ein-/Ausgänge festlegen*, indem Sie die verfügbaren Kanäle durch Ziehen und Ablegen in die linke bzw. rechte Liste des Dialogs übertragen. Im untenstehenden Bild wird der Dialog mit konfigurierten Ein- und Ausgängen angezeigt.



Parameter



Dialog zur Konfigurierung der zu verwendenden Ein-/Ausgänge der Hardware

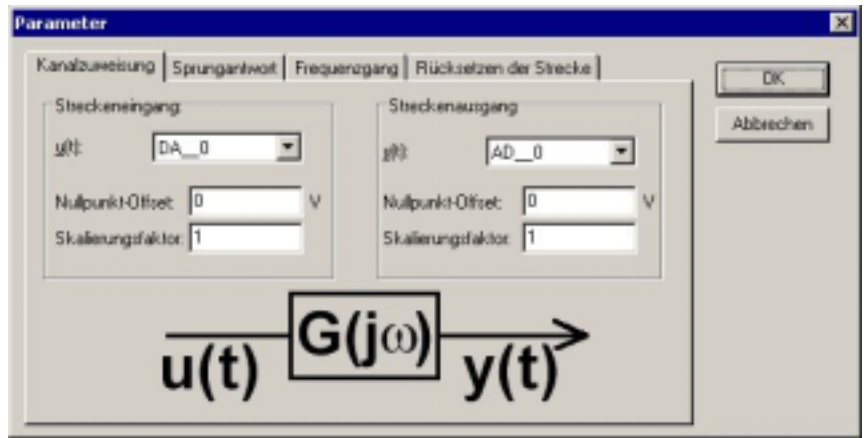
Bitte beachten Sie auch, dass Kanäle weitere Parameter besitzen können und berücksichtigen Sie diese in der Konfiguration.

Einstellungen zur Messaufnahme

Durch Betätigung der Schaltfläche *Parameter* öffnet sich ein Dialog, in dem Sie alle Parameter zur Messaufnahme einstellen können. Der Dialog wird je nachdem, in welchem Modus sich das Programm befindet, mit einer unterschiedlichen Seite geöffnet. Es sind aber immer alle Registerseiten anwählbar.

Kanalzuweisung

Bevor irgendwelche Messungen durchgeführt werden können, muss FRED mitgeteilt werden, wie die Hardwarekanäle verwendet werden sollen. Dies erfolgt in der Kanalzuweisung.



Seite zur Einstellung der zu verwendenden Messkanäle

Auf der Seite der Kanaluweisung stellen Sie den Kanal ein, den Sie für die Anregung der Strecke (Streckeneingang) und für den Streckenausgang verwenden möchten. Sollte Ihre Hardware eine nachgeschaltete Signalanpassung haben, so kann durch die Angabe eines Offsets und eines Skalierungsfaktors diese berücksichtigt werden. Dabei ist die Sichtweise der Anpassung unterschiedlich.

Für den Kanal, der zum Streckeneingang führt, wird der auszugebende Wert nach folgender Formel umgerechnet:

$$u_H = u \cdot f + o$$

Werte vom Streckenausgang hingegen, werden wie folgt umgerechnet:

$$y = \frac{y_H}{f} - o$$

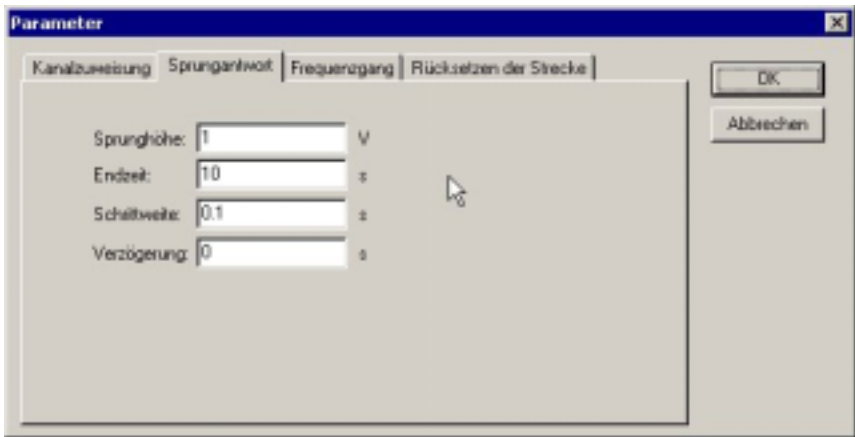
Hierin sind:

- | | |
|------------|--|
| u_H, y_H | der an die Hardware gegebene bzw. von der Hardware gemessene Wert. |
| f | der eingegebene Skalierungsfaktor |
| o | der eingegebene Nullpunkt-Offset |

Den Nullpunkt-Offset bestimmen Sie, in dem Sie 0V ausgeben und mit Hilfe eines digitalen Multimeters die Spannung am analogen Ausgang messen. Beim analogen Eingang legen Sie diesen auf Masse (GND) und messen den Wert des Kanals durch Aufnahme einer kurzen Sprungfunktion (eine halbe Sekunde reicht völlig!). Die Impulshöhe sollte hierbei auf 0 gesetzt sein, um sicherzugehen, dass nichts versehentlich Angeschlossenes zerstört wird. Zur Bestimmung der Skalierungsfaktoren geben Sie eine 1 aus bzw. legen 1V an den analogen Eingang.

Sprungantwort

Zur Aufnahme einer Sprungantwort sind die Sprunghöhe, die Endzeit bis zu der aufgenommen werden soll, und die Schrittweite anzugeben. Die Dauer der Messung hängt dabei ausschließlich von der Endzeit ab, da FRED immer unter Echtzeitbedingungen misst.



Parameter für die Aufnahme einer Sprungantwort

Optional kann auch eine Verzögerung der Sprungfunktion verwendet werden, um auch das Streckenverhalten vor der Anregung zu sehen.

Frequenzgang

Die Parameter zur Messung eines Frequenzganges sind umfangreicher und auf den ersten Blick vielleicht nicht sofort klar.

The screenshot shows a software window titled "Parameter" with a tabbed interface. The "Frequenzgang" tab is selected. The window contains several input fields and buttons. On the right side, there are "OK" and "Abbrechen" buttons. Below the main input fields, there is a "berechnen..." button. The input fields are organized into two columns. The left column contains "Amplitude: 1 V", "wStart: 1 1/s", and "wStopp: 100 1/s". The right column contains "Werte/Dekade: 10", "Samples/Periode: 20", "Perioden/Frequenz: 1", and "Mindestdauer: 0 s". Below these, there is a field "Abbruch, falls Ausgangs-amplitude < 0.001 V" with a "berechnen..." button next to it. At the bottom, there are two more fields: "Kleinste benötigte Abtastzeit: 0.00314s" and "Geschätzte Gesamtdauer: 59s".

Parameter zur Messung eines Frequenzganges

Daher soll hier jeder einzelne Parameter genauer besprochen werden.

Amplitude

Die *Amplitude* ist der maximale Wert der zu erzeugenden Sinusschwingung.

wStart

Bezeichnet die Kreisfrequenz, ab der der Frequenzgang aufgenommen werden soll. Sie ist die erste Frequenz der Sinusschwingung, mit der Strecke angeregt wird.

wStopp

Bezeichnet die Kreisfrequenz, bis zu der der Frequenzgang aufgenommen werden soll. *wStopp* sollte um 10er Potenzen größer sein als *wStart*. Hieraus ergibt sich die Anzahl der Dekaden, über die gemessen werden soll.

Werte/Dekade

Je mehr Werte pro Dekade genommen werden, je genauer ist die Darstellung des Frequenzganges. Allerdings dauert die gesamte Messung länger.

Samples/Periode

Aus dieser Kennzahl berechnet sich die Abtastzeit für jede zu erzeugende Sinusschwingung. Für *wStopp* wird die Abtastzeit in dem Feld *kleinste benötigte Abtastzeit*: in Sekunden angezeigt. Sollte sich während der Messung her-

ausstellen, dass die Abtastrate nicht eingehalten werden kann, so bricht die Messung ab. Sie könnten dann diesen Wert herabsetzen und den Messpunkt für die gewünschte Frequenz manuell hinzufügen (s. Kapitel *Messpunkte hinzufügen*).

Perioden/Frequenz

Jede Frequenz wird mindestens für die hier eingegebene Anzahl an Perioden erzeugt. Die Erzeugung einer großen Anzahl an Perioden für kleine Frequenzen dauert sehr lange!

Mindestdauer

Häufig genügen für kleine Frequenzen wenige Schwingungen zur Auswertung der Amplitudenverstärkung und der Phasenlage, da hierbei schon nach einer Periode der eingeschwungene Zustand erreicht ist. Die Dauer, die notwendig ist, um den eingeschwungenen Zustand zu erreichen, bleibt immer gleich. Durch die Angabe einer genügend großen Mindestdauer, stellen Sie sicher, dass auch für hohe Frequenzen der Einschwingvorgang vollständig abgeschlossen ist.

Abbruch, falls Ausgangsamplitude <

Falls die Amplitude des Streckenausgangs kleiner wird als die hier angegebene, wird die Frequenzgangaufnahme beendet. Für hohe Frequenzen verringert sich für viele dynamische Strecken die Ausgangsamplitude so stark, dass diese nicht mehr sinnvoll ausgewertet werden kann. Sinnvolle Werte hängen hier ausschließlich vom Eingangsbereich und von der Auflösung des AD-Wandlers Ihrer Hardware ab. Über die nebenstehende Schaltfläche *berechnen...* können Sie durch Angabe von Bitbreite und Spannungsbereich den Grenzwert bestimmen lassen.

Berechnung der Ausgangsamplitude

Bitbreite des Wandlers: 12

Maximale Eingangsspannung: 10

Minimale Eingangsspannung: -10

Abbruch, falls Ausgangsamplitude <: 0.146484375 V

Übernehmen Abbrechen

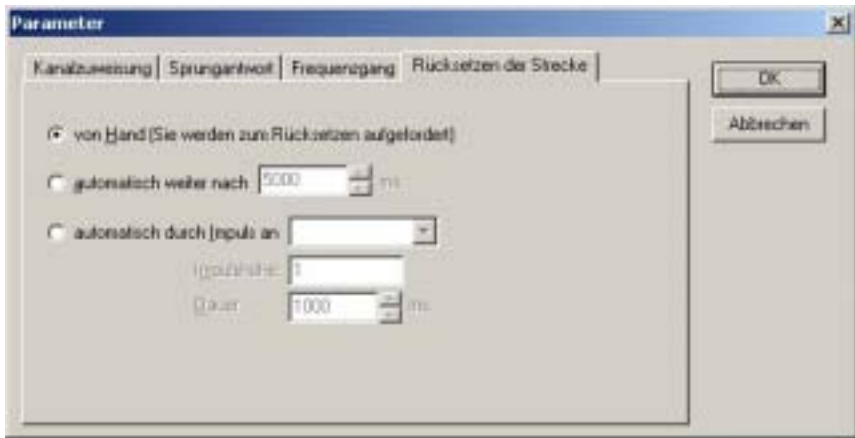
Berechnung der Ausgangsamplitude

Bei dieser Berechnung wird gefordert, dass die kleinste Ausgangsamplitude mindestens 30 Wandlungsstufen zur Darstellung benötigt.

Da die Ermittlung des Frequenzgangs unter Umständen recht lange dauert, wird die benötigte Zeit angegeben. Die erforderliche kleinste Abtastzeit wird ebenfalls bestimmt und ausgegeben. Kann die Abtastzeit zur Messung einer Bestimmten Frequenz nicht eingehalten werden, so bricht die Messung mit einer Meldung ab.

Rücksetzen der Strecke

Das Rücksetzen der Strecke ist vor jeder Messung erforderlich, damit gleiche Anfangsbedingungen gegeben sind. Wird dies nicht gewährleistet, so kann sich die Einschwingdauer verändern und eine Messung ist ggf. aufgrund einer zu kurz angenommenen Einschwingdauer falsch oder nur zufällig richtig.



Parameter zum Rücksetzen der Strecke



Parameter speichern



Parameter laden

Die Strecke kann auf verschiedene Weise zurückgesetzt werden. Die einfachste, aber auch aufwendigste ist sicherlich das Zurücksetzen der Streck *von Hand*. Bei dieser Einstellung werden Sie, sobald ein Rücksetzen erforderlich wird, dazu aufgefordert, dieses manuell durchzuführen.

Für die meisten Strecken genügt es, den Streckeneingang für die Zeit der Einschwingdauer auf 0V zu legen. In diesem Fall können Sie den Punkt *automatisch weiter nach n ms* wählen, da FRED nach jeder Messung den Kanal für die Erzeugung der Sinusschwingung automatisch auf 0 bzw. den *Nullpunkt-Offset* des Kanals legt.

Komfortabel wird das Rücksetzen der Strecke, wenn die Möglichkeit besteht, dieses aktiv durch ein Impulssignal zu tätigen. Hierbei kann die Höhe des Impulses und die Dauer in Millisekunden angeben.

Speichern und Laden der Konfiguration

FRED bietet Ihnen die Möglichkeit, alle Einstellungen, die Sie durchgeführt haben, zu speichern. Betätigen Sie dazu die Schaltfläche *Parameter speichern*.

Das Laden einer gespeicherten Konfiguration ist in gleicher Weise über die Schaltfläche *Parameter laden* möglich.

Durchführung einer Messung



Aufnahme starten

FRED hat drei verschiedene Schaltflächen, die zur Umschaltung des Darstellungs- und des Messmodus dienen:



Messung und Darstellung einer *Sprungantwort*



Messung und Darstellung eines *Frequenzgangs*



Messung eines Frequenzgangs und Darstellung desselben als *Nyquistortskurve*

Ist die Strecke unbekannt, so ist es zweckmäßig, zuerst die Sprungantwort derselben zu betrachten. Aus dieser lassen sich Rückschlüsse ziehen, die bei der Einstellung der Parameter zur Aufnahme des Frequenzganges berücksichtigt werden können. Interessant sind dabei:

- das Streckenverhalten (I-Anteil, schwingfähig oder nicht),
- die Einschwingdauer und
- der maximale Ausgangswert.

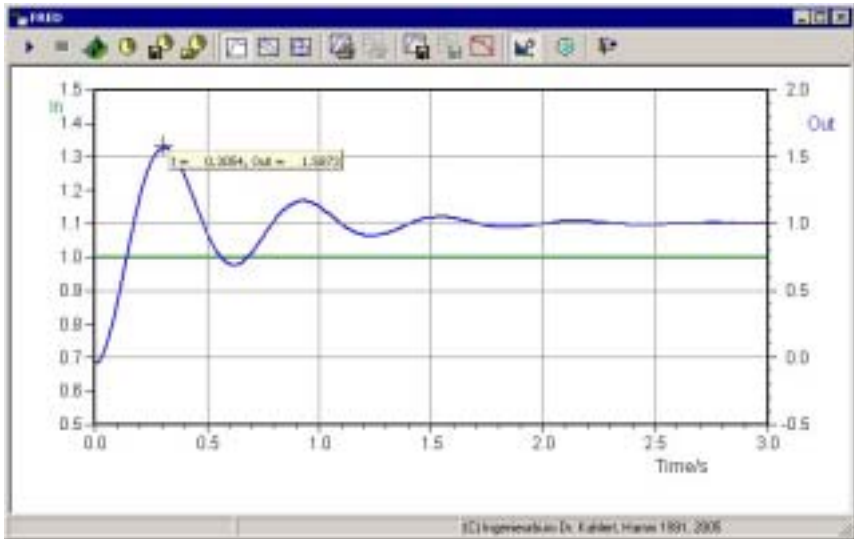
Sie starten die Messaufnahmen in dem entsprechenden Messmodus durch Betätigung der Schaltfläche *Aufnahme starten*. Während der Messung werden in der Statuszeile Informationen über den Fortschritt des Messvorgangs angezeigt.

FRED erzeugt nun einen höher priorisierten Ausführungszweig (Thread), der die Messung durchführt. Es ist nicht ungewöhnlich, dass alle anderen Anwendungen und FREDs Hauptausführungszweig nur wenig Prozessorzeit bekommen und daher langsam erscheinen.

Das Anzeigen der Kurven und des Status erfolgt während einer Messaufnahme asynchron! Je zeitintensiver die Messung dabei ist (kleinere Schrittweite resp. Abtastzeit), desto seltener kommt eine Aktualisierung dieser Informationen zustande.

Sobald die Messung beendet ist, arbeiten alle Anwendungen wieder mit normaler Geschwindigkeit und die gemessenen Kurven werden von FRED vollständig angezeigt.

Nach der Messung kann aus der Grafik die Einschwingdauer und die maximale Amplitude bestimmt werden. Sie können hierzu den *Messmodus einschalten*, der das Ablesen der Koordinaten stark vereinfacht.




Messmodus ein-
/ausschalten

Sprungantwort bei eingeschaltetem Messmodus

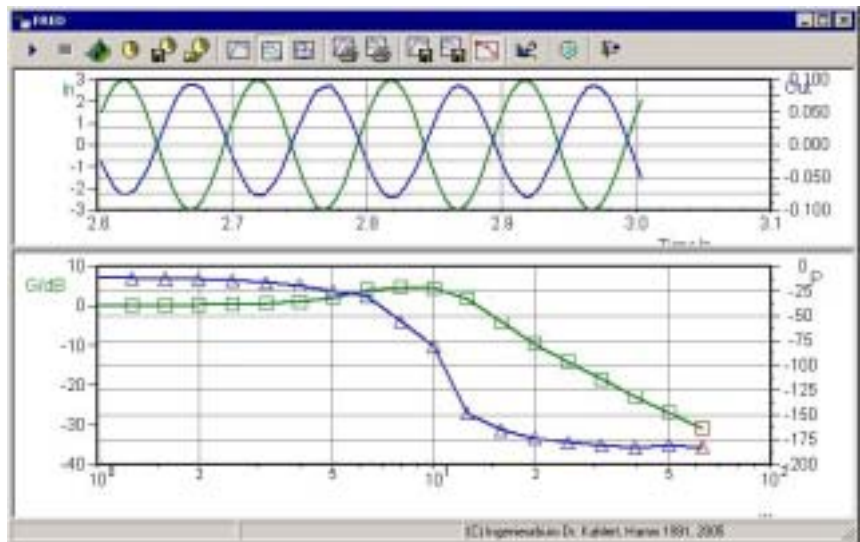
In diesem Beispiel beträgt die maximale Amplitude gut 1,5. Hieraus kann nicht direkt die maximale Amplitudenverstärkung der Strecke abgelesen werden, es gibt Ihnen aber den wichtigen Hinweis, dass Sie bei der Messung des Frequenzgangs im Bereich der Resonanzfrequenz größere Ausgangs- als Eingangsamplitude haben werden. Weiterhin lässt sich der Grafik entnehmen, dass der eingeschwingene Zustand nach ca. 2,5 Sekunden erreicht ist und natürlich handelt es sich bei der Strecke um einen schwingfähigen Typ ohne einen integralen Anteil.

Es werden nun einige Hinweise zur Messung des Frequenzgangs gegeben:

- Wählen Sie einen passenden Messbereich für den verwendeten analogen Eingang.
- Wählen Sie einen geeigneten Spannungsbereich für die zu erzeugende Sinusschwingung.

- Stellen Sie als Mindestdauer die Zeit ein, die die Strecke benötigt, um den eingeschwungenen Zustand zu erreichen.
- Für die Anzahl der Perioden pro Frequenz wählen Sie einen Wert der möglichst klein ist, aber groß genug, um eine komplette Periode nach dem Einschwingvorgang zu erhalten.
- Starten Sie die Aufnahme eines Frequenzganges bei einer Frequenz von der Sie sicher annehmen können, dass die Phasenlage um weniger als $\pm 180^\circ$ von 0 abweicht (vgl. Kapitel Hintergrund).
- Als Stoppfrequenz nehmen Sie einfach die Frequenz, bis zu der Sie den Frequenzgang aufnehmen möchten.
- Stellen Sie den Abbruchpegel gemäß dem gewählten Eingangsspannungsbereich und der Anzahl der Bits des AD-Wandlers ein (s.o.).

Das folgende Bild zeigt FRED nach der Messung des Frequenzganges der Strecke, deren Sprungantwort im obigen Bild zu sehen ist.



FRED mit aufgenommenem Frequenzgang



Messpunkte in Frequenzgang einfügen

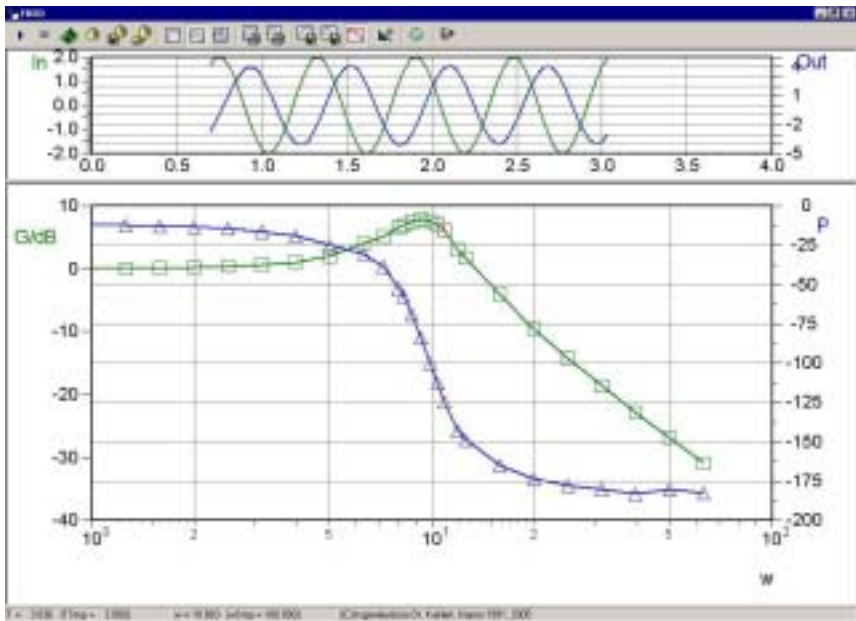
Der Frequenzgang wird nach der automatischen Messung meist noch recht grob dargestellt. Die Messpunkte sind aktiviert worden, weshalb die entsprechende Schaltfläche *Messpunkte in Frequenzgang einfügen* eingedrückt ist. Weiterhin fällt auf, dass im oberen Teil des Fensters nur ein Teil der Sinus-

schwingungen zu sehen ist. Dies sind immer die letzten 4 Perioden der Sinusschwingung (sofern 4 vorhanden sind), die zur Bestimmung von Amplitudenverstärkung und Phasenlage herangezogen werden.

Bei aktivierten Messpunkten haben Sie die Möglichkeit, die einzelnen Zeitverläufe (nur die letzten 4 Perioden), die zu diesem Messpunkt geführt haben, im oberen Teil anzuzeigen. Hierzu klicken Sie einfach den gewünschten Messpunkt an.

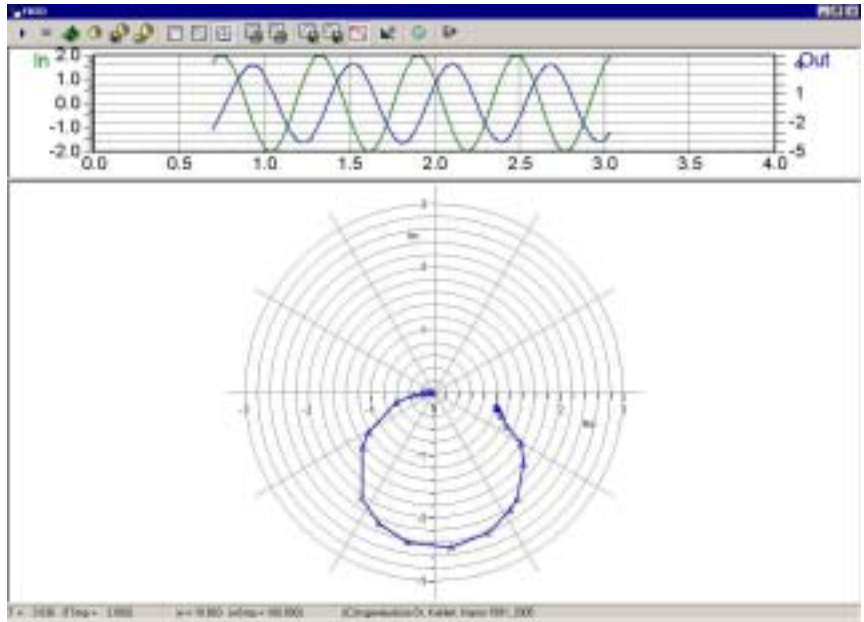
Bei dieser Messung wurde festgestellt, dass der Zeitverlauf der Ausgangsgröße bei den Frequenzen $\omega[1/s] \approx 8$ und $\omega[1/s] \approx 10$ abgeschnitten war. Aus diesem Grund wurden die entsprechenden Messpunkte gelöscht (s. Kapitel *Messpunkte löschen*).

Anschließend wurden für das obige Intervall einige Messpunkte hinzugefügt (s. Kapitel *Messpunkte hinzufügen*), wobei die Amplitude der Sinusschwingung reduziert wurde, um sicherzustellen, dass die Ausgangsgröße der Strecke den Messbereich des analogen Eingangs nicht verlässt. Die folgende Grafik zeigt das Ergebnis:



Manuell aufgebesserter Frequenzgang

Die Darstellung des Frequenzgangs als Nyquistortskurve erfolgt direkt durch Umschalten in den entsprechenden Modus:



Darstellung des Frequenzgangs als Nyquistortskurve

Bearbeiten eines Frequenzgangs

Das Bearbeiten eines gemessenen Frequenzgangs ist nur im Anzeigemodus Frequenzgang möglich. Sie können aber ohne Probleme zwischen Nyquistdiagramm und Frequenzgang wechseln, um ausfindig zu machen, wo ggf. weitere Messpunkte eingefügt bzw. welche gelöscht werden sollten.

Messpunkte löschen

Ein Löschen von Messpunkten können Sie wie folgt durchführen:

1. Positionieren Sie den Mauszeiger auf den zu löschenden Messpunkt und halten die Tastenkombination „STRG“ und „SHIFT“ gedrückt (der Mauszeiger erhält ein Minuszeichen!).

2. Betätigen Sie anschließend die linke Maustaste.

Messpunkte hinzufügen

Messpunkte werden hinzugefügt, indem Sie:

1. den Mauszeiger bei der Frequenz positionieren, deren Amplitudenverstärkung und Phasenlage bestimmt werden sollen. Halten Sie nun die Taste „STRG“ gedrückt (der Mauszeiger erhält ein Pluszeichen!) und
2. betätigen Sie die linke Maustaste.

Bedenken Sie, dass die Aufnahme sofort beginnt und für kleine Frequenzen im Allgemeinen recht lange dauert!

Nach der Messung wird für alle Kurven die mit höheren Frequenzen schon aufgenommen wurden, die Phase neu bestimmt, um die Mehrdeutigkeit der Phasenlage ggf. zu korrigieren.

Sollen Frequenzen hinzugefügt werden, die außerhalb des Diagramms liegen, so verändern Sie den/die Parameter *wStart* bzw. *wStopp* zur Frequenzgangaufnahme, ohne eine neue Aufnahme zu starten. Anschließend wird das Diagramm entsprechend skaliert.

Messdaten drucken und speichern

FRED enthält die Möglichkeit die gemessenen Daten zu speichern und zu drucken. Diese Funktionalität ist abhängig von der augenblicklichen Darstellung, d. h. bei der Darstellung der Sprungantwort kann kein Frequenzgang gedruckt, bzw. gespeichert werden.



Drucken des angezeigten Zeitverlaufs.



Drucken des angezeigten Frequenzgangs bzw. der angezeigten Nyquistortskurve.



Speichern des angezeigten Zeitverlaufs.



Speichern des angezeigten Frequenzgangs bzw. der angezeigten Nyquistortskurve.

Das Drucken und Speichern eines Zeitverlaufes ist unabhängig vom Darstellungsmodus, da alle Modi einen Zeitverlauf besitzen. Es wird also immer der Verlauf gedruckt resp. gespeichert, der auch angezeigt wird.

Die Speicherung eines Zeitverlaufes erfolgt im SIM-Format, die des Frequenzgangs im BD-Format und die des Nyquistdiagramms im OK-Format. Alle Dateiformate sind ACSII-Formate. Eine genaue Beschreibung aller findet sich in der WinFACT-Dokumentation.