

Kompensationsnetzwerk
Compensation Network



Beschreibung

Das Kompensationsnetzwerk NFCN 9734 dient zur Serienkompensation der Blindwiderstände von Spulen (z.B. Helmholtzspule HHS 5206-16). Somit ist es möglich, die erforderlichen Ströme für die Erzeugung der gewünschten Feldstärken, auch bei relativ kleinen Spannungen, zu erzeugen.

Ein eingebauter Messwiderstand ermöglicht die Spulenstrommessung und stellt die Mindestlast für den Leistungsverstärker dar.

Description

The primary function of the compensation network NFCN 9734 is to provide a serial compensation of the inductance of Helmholtz coils (e.g. the HHS 5206-16). Thus the currents needed to produce the desired field strength can be achieved using relatively low voltages.

An integrated shunt allows measuring the coil-current and serves as minimum load for the power amplifier.

Technische Daten bei Verwendung mit HHS 5206-16:		Technical data if used with HHS 5206-16:
Maximaler Strom dauerhaft (frequenzabhängig):	Bis 32Arms Up to 32 Arms	Max continuous current:
Abmessungen (B x T x H):	447 mm x 470 mm x 191 mm	Dimensions:
Kapazitätsbereich:	270 pF - 480 µF	Capacitance range:
Nutzbarer Frequenzbereich:	DC – 200 kHz	Frequency range:
Messwiderstand:	1 Ω / 800 W	Shunt:
Gewicht:	17.5 kg	Weight:

Das Kompensationsnetzwerk NFCN 9734 besteht aus einem variablen Kondensator. Es dient zur Serienkompensation der Induktivität von Helmholtzspulen bei Arbeitsfrequenzen von ca. 200 Hz bis 200 kHz. Falls keine Kompensation notwendig ist, wird das Signal durchgeschleift.

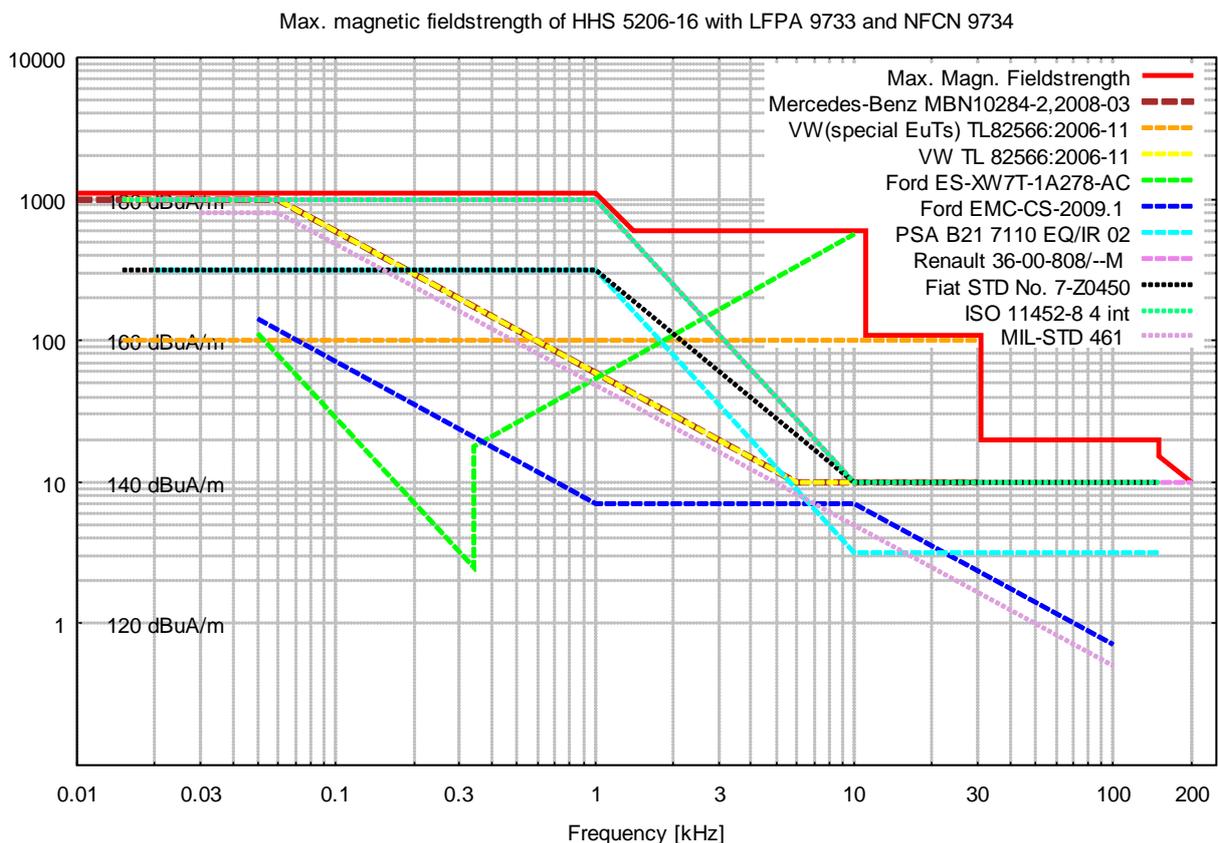
The compensation network NFCN 9734 consists of a series circuit of a variable capacitor and a fuse. Its purpose is to compensate the inductance of the Helmholtz coils HHS 5206-16 at operating frequencies of about 200 Hz up to 200 kHz. If no compensation is necessary, the signal is looped through.

Zur Verfügung stehen 23 verschiedene Kondensatoren und eine Kurzschlussbrücke. Diese werden zwischen den Klemmen „Power Amplifier“ und „Coil (to A)“ über Relais zugeschaltet.

There are 23 different capacitors and a short available. They are connected between “Power Amplifier” and “Coil (to A)” utilizing relays.

Die folgende Grafik zeigt die maximal erreichbare Magnetfeldstärke des Systems (HHS 5206-16, LFPA 9733, NFCN 9734) im Verhältnis zu den Normwerken.

The following graph shows the maximum reachable magnetic field strength of the system (HHS 5206-16, LFPA 9733 and NFCN 9734) – in relation to common standards.



Interner Messwiderstand

Der eingebaute 1 Ohm (800 W) Messwiderstand ermöglicht die Spulenstrommessung und stellt die Mindestlast für den Leistungsverstärker dar. Bei hohen Temperaturen am Messwiderstand setzt automatisch die Kühlung über Lüfter ein.

Prinzipiell kann der Messwiderstand auch unabhängig vom Kompensationsnetzwerk verwendet werden. Die Luftkühlung funktioniert jedoch nur bei eingeschaltetem NFCN 9734.

Die folgende Tabelle zeigt die Gesamtimpedanz des Messwiderstandes in Abhängigkeit von der Frequenz.

Frequency [kHz]	Impedance [Ω]
DC	1.009
10	1.013
20	1.016
30	1.020
50	1.023
80	1.053
100	1.071
110	1.081
120	1.092
130	1.104

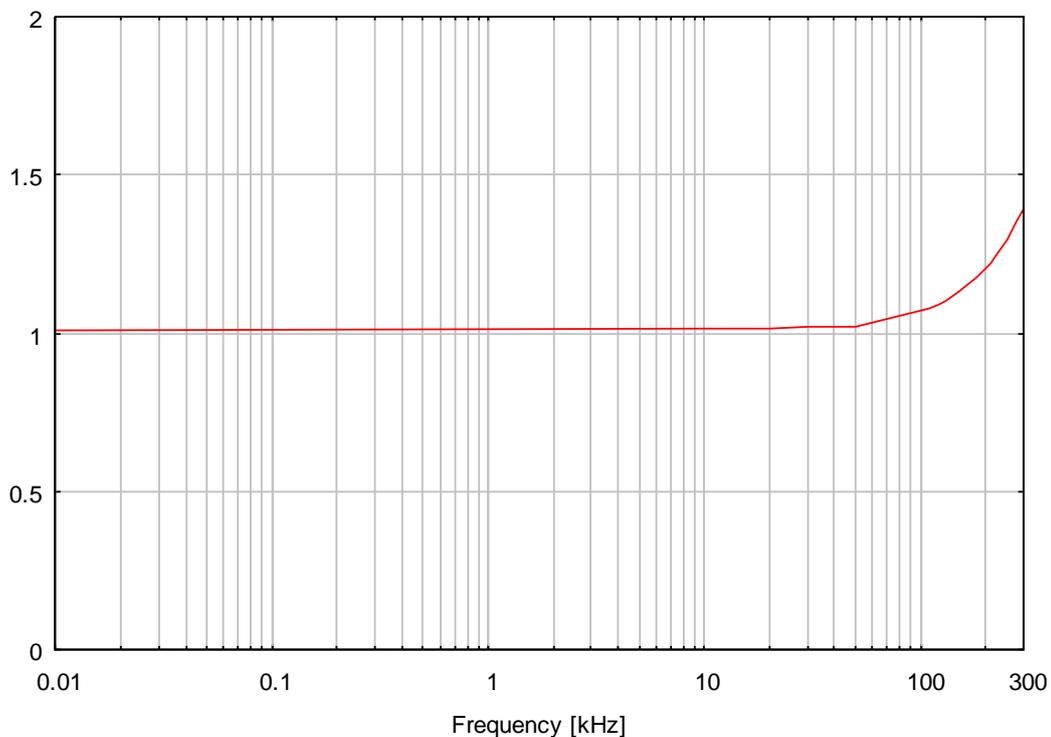
Internal 1 Ohm Shunt

The integrated 1 Ohm (800W) shunt allows measuring the coil-current and serves as minimum load for the power-amplifier. The internal fans are automatically enabled if the shunt becomes hot.

The shunt can be used stand-alone without the compensation network. But the cooling fans are only working when NFCN 9734 is turned on.

The following chart shows the total impedance of the shunt versus the frequency.

Frequency [kHz]	Impedance [Ω]
150	1.130
180	1.173
200	1.206
210	1.223
220	1.240
230	1.256
250	1.295
280	1.353
300	1.394



Gefahrenhinweis

Während des Betriebes entwickelt sich an den Klemmen der Spulen und des NFCN 9734 eine lebensgefährliche Hochspannung. Bei unsachgemäßer Anwendung besteht für den Benutzer Lebensgefahr!

Hochspannung! Lebensgefahr!

Der Generator muss immer abgeschaltet werden, wenn Leitungen angeschlossen oder abgenommen werden.

Wichtig!

Umschalten von Kondensatoren ist nur ohne Signal erlaubt. Ansonsten ist der Leistungsverstärker gefährdet und die Lebensdauer der Relais wird drastisch reduziert!

Der Spannungsausgleich von zugeschalteten und im Stromkreis arbeitenden Kondensatoren erfolgt über Relaiskontakte. Entstehende Ströme werden nur von Verlustwiderständen der Kondensatoren und der Relaiskontakte begrenzt und könnten mehrere hundert Ampere betragen. Dies kann verschweißte Relaiskontakte zur Folge haben. Insbesondere bei hohen Kapazitäten im unteren Frequenzbereich.

Kühlung

Beachten Sie bitte, dass die Luft für die Kühlung seitlich angesaugt wird und warme Luft nach hinten ausgestoßen wird. Das Gerät muss mit ausreichendem Abstand zur Wand installiert werden (min. 10 cm) - es darf zu keinem thermischen Kurzschluss führen. Besonders bei Einbau in einen 19" Geräteschrank ist darauf zu achten, dass warme, ausgestoßene Luft nicht wieder angesaugt wird!

Befestigungszubehör für einen 19" Geräteschrank ist optional erhältlich.

Hazard warning

Attention: Life-endangering high voltages occur at the terminals of the coils and the NFCN 9734 during operation. If used in an inappropriate way this could lead to a life-threatening situation for the user!

Danger to life! High voltages!

The generator must be switched off every time wires are being connected or disconnected.

Important!

Switching capacitors is allowed without an applied signal level only. Otherwise the power amplifier could be damaged and the life expectancy of the relays will be decreased dramatically!

Currents between capacitors of different charge-levels can be extremely high. Occurring currents are limited by the loss resistance of the capacitors and the relay contacts only and can rise up to several hundreds of amperes. This can lead to welded relay contacts, especially at high capacitances within the lower frequency range.

Cooling

Please note that the air intake for cooling purposes is located on the sides of the amplifier and the warm air is exhausted at the back.

The amplifier must not be installed closer than 10 cm to a wall. It has to be installed in a way that the exhausted warm air cannot get into the housing again (thermal short). Pay attention to cooling especially when installing the amp into a 19" rack!

A 19"-rack mount kit is available optionally.



Betrieb

Vor dem Einschalten des Verstärkers, muss sichergestellt werden, dass kein Eingangssignal vom Funktionsgenerator anliegt und der Pegelregler des Verstärkers auf Minimum steht.

Eingangsspannungsbereich:

88...264 V AC (47...63Hz) 125...373 V DC.

Grundsätzlich empfehlen wir folgende Vorgehensweise:

1. Den Pegelregler des Verstärkers auf Minimum stellen.
2. Alle Geräte ans Versorgungsnetz anschließen und einschalten.
3. Funktionsgenerator auf „SIGNAL OFF“ stellen.
4. Den Lautstärkeregler des Verstärkers auf das Maximum stellen.
5. Schwarzbeck „MagTest“ Software starten und Messung beginnen.

Alternative Manuelle Steuerung:

1. Das Kompensationsnetzwerk über RS-232 oder GPIB mit dem Computer verbinden.
2. Den Pegelregler des Verstärkers auf Minimum stellen.
3. Alle Geräte ans Versorgungsnetz anschließen und einschalten.
4. Funktionsgenerator auf „SIGNAL OFF“ stellen.
5. Am Voltmeter die Messung von AC-Spannung, True-RMS einstellen.
6. Frequenz am Funktionsgenerator einstellen.
7. Die Kapazität (Thomsonsche Schwingungsgleichung) über ein Terminalprogramm (RS-232 / GPIB) am Kompensationsnetzwerk einstellen.
8. Funktionsgenerator-Pegel einstellen.
9. Vorsichtig den Pegel des Verstärkers erhöhen bis die vorgegebene Stromstärke erreicht ist.
10. Wenn für eine weitere Messung Einstellungen am Kompensationsnetzwerk geändert werden müssen, ist der Pegelregler des Verstärkers auf Minimum zu stellen.
11. Vorgänge 6 bis 10 für jeden Messpunkt wiederholen.

Operating

Before switching on the amplifier ensure that there is no input-signal from the waveform generator and the level regulator is set to minimum.

Input voltage range:

88–264 V AC (47–63 Hz), 125–373 V DC

Generally we are recommend following procedure:

1. Turn the level regulator of the amplifier to minimum.
2. Connect all the devices to mains and turn them on.
3. Set the wave generator to „SIGNAL OFF“.
4. Turn the level-regulator of the amplifier up to the maximum.
5. Start up the Schwarzbeck „MagTest“ software.

Alternative Manual control:

1. Connect the compensation network via RS-232 or GPIB with the Computer.
2. Turn the level regulator of the amplifier minimum.
3. Connect all the devices to mains and turn them on.
4. Set the wave generator to „SIGNAL OFF“
5. Set the voltmeter to measure AC-voltage true RMS.
6. Set the desired frequency to the waveform generator
7. Adjust the capacity (Thomson's formula) of the compensation network with a terminal program (RS-232 / GPIB).
8. Set the level of the wave generator.
9. Turn the volume regulator up until the predefined amount of current flows.
10. If frequency and/or adjustments have to be changed for another measurement on the compensation network you have to turn the level regulator to minimum first.
7. Repeat 6 to 10 for each reading point.

Schutzschaltungen

Das NFCN 9734 ist mit internen Schutzschaltungen ausgestattet um die Zerstörung des Gerätes bei Fehlbedienung zu verhindern.

Überspannungs- u. Überstromabschaltung

Die maximale Spitzenspannung und der maximale effektive Strom der zuschaltbaren Kondensatoren ist abhängig von der Spannungsfestigkeit / Strombelastbarkeit des größten zugeschalteten Kondensators (siehe Tabelle unten).

Falls die zugeschalteten Kondensatoren überlastet werden, wird die Schutzschaltung aktiviert. Die Schutzschaltung dämpft den Schwingkreis kurzzeitig (250ms). Anschließend werden die zuschaltbaren Kondensatoren überbrückt und die entsprechende LED: „Overload V“ oder „Overload I“ eingeschaltet.

Durch erneutes Setzen der Relais (durch Software oder manuell) kann die Messung fortgesetzt werden.

Relais - Umschaltenschutz

Das NFCN 9734 verhindert selbständig Schaltvorgänge an den Kondensatoren unter Last*. Entsprechende GPIB / RS232 Befehle werden unter Last ignoriert.

Die Schutzschaltung betrifft nicht Bit 24 – Bit 31. (siehe Kapitel: Relais - Steuerwort).

Folgende Spannungen und Ströme der Kondensatoren dürfen maximal erreicht werden. In Klammern die dazugehörigen A/D-Wandlerwerte der Detektoren:

Kondensator Capacitor	I _{rms} , A _{rms}	U _{Spitze} V _{peak}
Through	32 (940)	-
C22 – C19	32 (940)	550 (302)
C18	32 (940)	850 (472)
C17 – C14	17 (500)	850 (472)
C13 – C11	17 (500)	1400 (780)
C10 – C9	5 (143)	1400 (780)
C8 – C5	3 (83)	1400 (780)
C4 – C0	2 (55)	1400 (780)

Protection circuits

The NFCN 9734 is equipped with internal protection circuits to avoid damage of the device through operating errors.

Overvoltage- and over-current-shutdown

The maximum ratings for voltage and current of the entire capacitance are dependent on the capacitor with the highest capacity which is activated (see the table on bottom).

If the activated capacitors are overloaded the protection circuit will be activated. The protection circuit will damp the resonant circuit for 250 ms. Afterwards all capacitors will be bypassed by a short and the relevant LED: “Overload V” or “Overload I” will be enabled.

By refreshing the relay-control-word (with software or manually) the measurement can be continued.

Relay-switching-protection

The NFCN 9734 autonomously avoids switching operations at the capacitors under load. Sad GPIB / RS232 commands who corresponding the relays would be ignored.

The protection does not affect the bit 24 to bit 31. (see chapter *Relays-Control-Word*)

The following voltages and currents of the capacitors may not be exceeded. In the brackets are the A/D converter values of the detectors:

Schnittstellen

Das Kompensationsnetzwerk kann über folgende Schnittstellen angesteuert werden:

RS232

Die Verbindungsparameter müssen wie folgt gewählt werden:

Bits pro Sekunde: 4800
Datenbits: 8
Parität: Keine
Stoppbits: 1
Protokoll: Kein oder Hardware
EOS Character:<LF>

GPIO (IEEE-488) Primäradresse 4

Änderungen an den Einstellungen des Kompensationsnetzwerkes lassen sich mittels Strings vornehmen. Jeder Befehlsstring muss mit einem „Line Feed“ <LF> abgeschlossen werden.

*IDN?

Abfrage Geräteidentifikation.

*RST

Rücksetzen der GPIO-Karte in einen definierten Zustand.

RST

Rücksetzen der Mikrocontroller-Einheit.

TUN?

Abfrage der Relaiseinstellung.

TUN 12345678

Setzen der 32 Relais mit dem Relais-Steuerwort. Die genaue Zuordnung der Relais ist im folgenden Kapitel beschrieben.

UC?

Abfrage des A/D-Wandlers des Spannungsdetektors an den Kondensatoren. Wird der Wert größer 2 können keine Kondensatoren umgeschaltet werden (Relais-Umschaltenschutz).

IR?

Abfrage des A/D-Wandlers des Spannungsdetektors am 1 Ohm Shunt. Ist der Wert größer 3 können keine Kondensatoren umgeschaltet werden. (Relais-Umschaltenschutz)

Interface

The compensation network can be controlled with the following interfaces:

RS232

The connection parameters have to be chosen as follows:

Bits per second: 4800
Bits per frame: 8
Parity: No
Stopbits: 1
Protocol: No or Hardware
EOS Character:<LF>

GPIO (IEEE-488) Primary Address 4

Taking modifications on the NFCN 9734 settings is done by sending just a single string. Each string must be completed with character "line feed" <LF>.

*IDN?

Identification query.

*RST

Internal reset of the GPIO-Module.

RST

Internal reset of the micro-controller board.

TUN?

Query of the current setting of the relays.

TUN 12345678

Change the current setting of the 32 Relays with the relays-control-word. The assignment of the relays is specified on the following chapter.

UC?

Request of the A/D-converter of the voltage-detector at the capacitors. If the value is more than 2 no capacitors can be switched (Relay-switching-protection).

IR?

Request of the A/D-converter of the voltage-detector at the 1 Ohm shunt. If the value is more than 3 no capacitors can be switched. (Relay-switching-protection)

Relais - Steuerwort

Das Steuerwort besteht aus 8 HEX-Zahlen (0–9, A–F). Jede HEX-Zahl steuert 4 Relais. Die 8 HEX-Zahlen müssen immer ausgeschriebenen werden. Jeder Befehlsstring muss mit einem „Line Feed“ <LF> abgeschlossen werden.

Die Zuordnung des Steuerwortes zum Setzen oder Abfragen der Relais ist wie folgt:

Relays-Control-Word

The control word consists of 8 hex-numbers (0-9, A-F). Each digit regulates 4 relays. Each command needs the entire 8 HEX digits. Each string must be completed with character "line feed" <LF>.

The assignment of the relay latch map to the relays is as follow:

TUN	1				2				3				4				5				6				7				8				<LF>
BIT	31*	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

*MSB

TUN	Bit	Function	Beschreibung	Description
1	31	Short**	Kondensatoren Überbrückt	Bypass capacitors
	30	Damping**	10 Ohm Dämpfungswiderstand	Damping resistor 10 Ohm
	29	Overload I**	Schutzschaltung: Überstrom	Overcurrent protection
	28	Overload V**	Schutzschaltung: Überspannung	Overvoltage protection
2	27	Reserve**	X	X
	26	Reserve**	X	X
	25	Reserve**	X	X
	24	Reserve**	X	X
3	23	-	-	
	22	C22	240 µF	Kondensatoren Capacitors
	21	C21	120 µF	
	20	C20	60 µF	
4	19	C19	32 µF	
	18	C18	16 µF	
	17	C17	8 µF	
	16	C16	4 µF	
5	15	C15	2 µF	
	14	C14	1 µF	
	13	C13	500 nF	
	12	C12	248 nF	
6	11	C11	128 nF	
	10	C10	64 nF	
	9	C9	32 nF	
	8	C8	16 nF	
7	7	C7	8 nF	
	6	C6	4 nF	
	5	C5	2 nF	
	4	C4	1 nF	
8	3	C3	500 pF	
	2	C2	240 pF	
	1	C1	120 pF	
	0	C0	60 pF	

HEX	Bin.				Dec.
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	2
3	0	0	1	1	3
4	0	1	0	0	4
5	0	1	0	1	5
6	0	1	1	0	6
7	0	1	1	1	7
8	1	0	0	0	8
9	1	0	0	1	9
A	1	0	1	0	10
B	1	0	1	1	11
C	1	1	0	0	12
D	1	1	0	1	13
E	1	1	1	0	14
F	1	1	1	1	15