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:	0.5 Ω / 400 W	*Shunt:*
Gewicht:	17.5 kg	*Weight:*

Distributed by: Reliant EMC LLC, +1 408 916 - 5750, info@reliantemc.com, www.reliantemc.com

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.

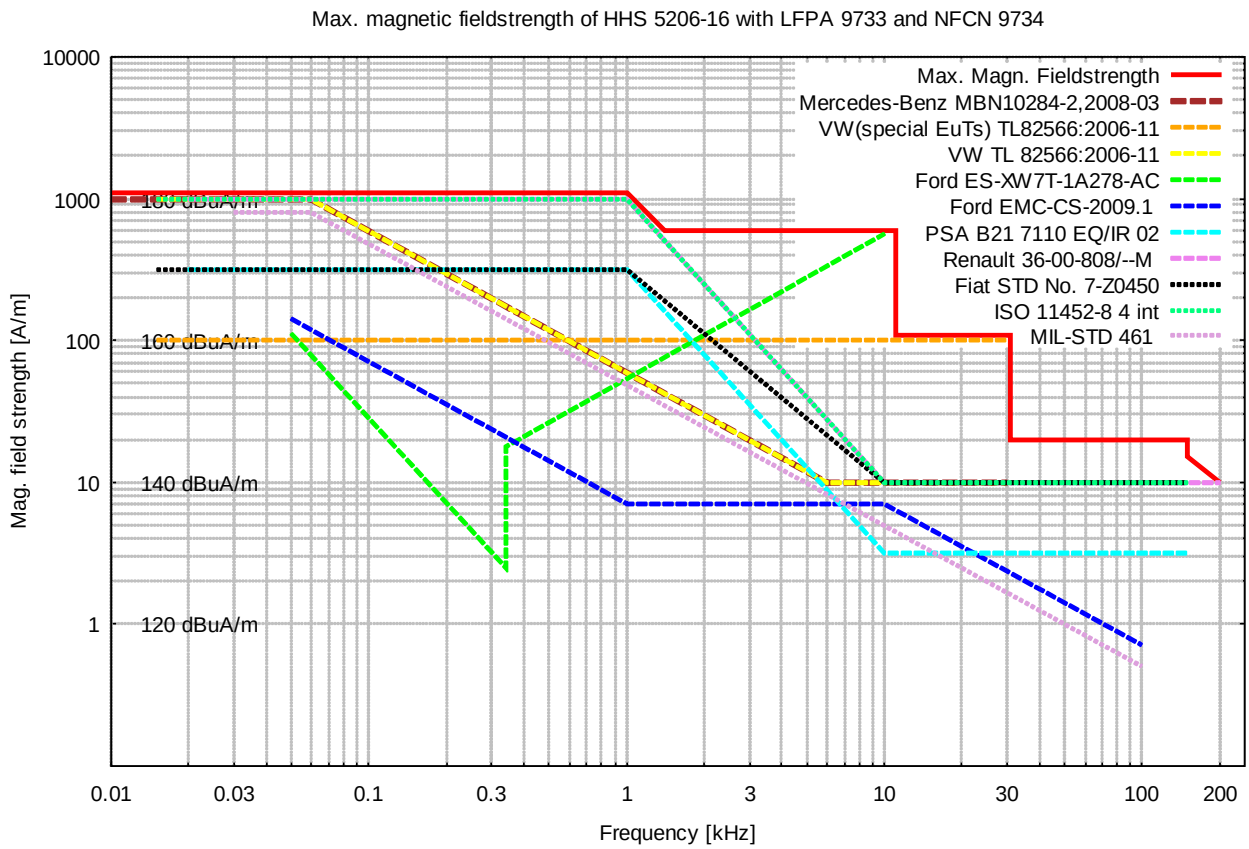
Zur Verfügung stehen 24 verschiedene Kondensatoren und eine Kurzschlussbrücke. Diese werden zwischen den Klemmen „Power Amplifier“ und „Coil (to A)“ über Relais zugeschaltet.

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

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.

There are 24 different capacitors and a short available. They are connected between “Power Amplifier” and “Coil (to A)” utilizing relays.

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.



Distributed by: Reliant EMC LLC, +1 408 916 - 5750, info@reliantemc.com, www.reliantemc.com

Interner Messwiderstand

Der eingebaute 0.5 Ohm (400 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.

Internal Shunt

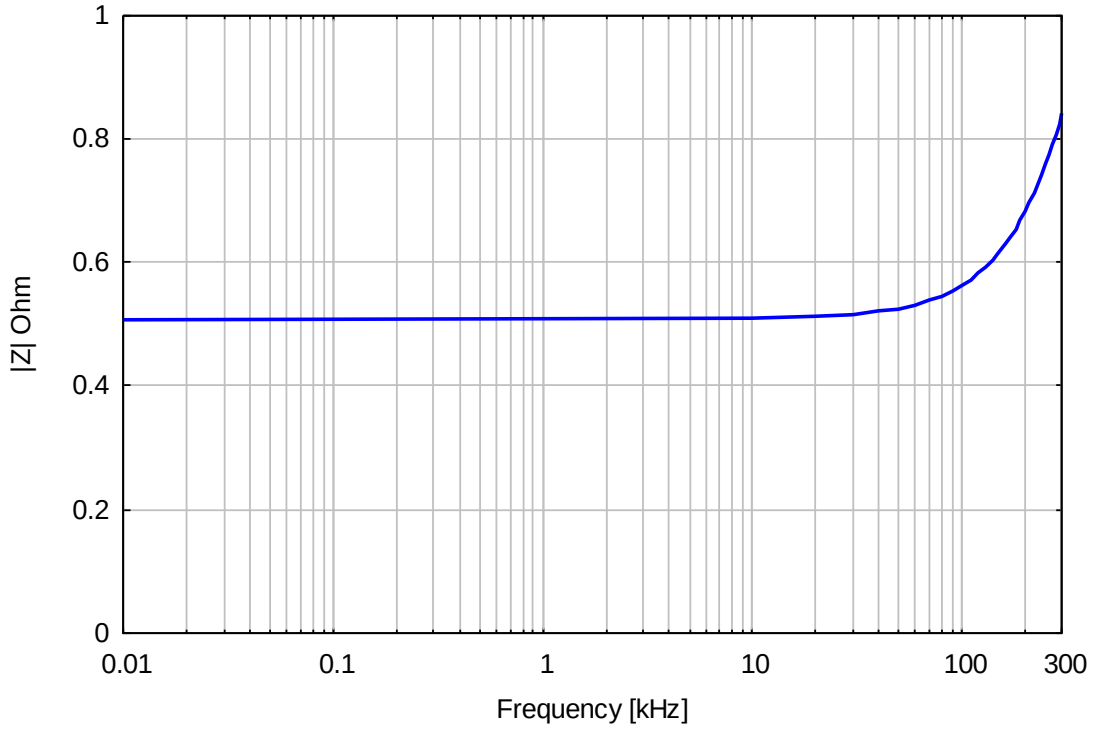
The integrated 0.5 Ohm (400W) shunt allows measuring the coil-current and serves as minimum load for the power-amplifier. The internal fans are automatically enabled if the shunt becomes hot.

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]
DC	0.507
10.00	0.510
20.00	0.513
30.00	0.517
40.00	0.521
50.00	0.525
60.00	0.531
70.00	0.538
80.00	0.545
90.00	0.553
100.00	0.562
110.00	0.572
120.00	0.582
130.00	0.593
140.00	0.604

150.00	0.616
160.00	0.629
170.00	0.642
180.00	0.655
190.00	0.669
200.00	0.683
210.00	0.697
220.00	0.712
230.00	0.727
240.00	0.743
250.00	0.758
260.00	0.774
270.00	0.791
280.00	0.807
290.00	0.824
300.00	0.841



Distributed by: Reliant EMC LLC, +1 408 916 - 5750, info@reliantemc.com, www.reliantemc.com

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 arbeiteten 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.

Distributed by: Reliant EMC LLC, +1 408 916 - 5750, info@reliantemc.com, www.reliantemc.com

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 USB, 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 (USB / RS-232 / GPIB) am Kompensationsnetzwerk einstellen.

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 USB, 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 (USB / RS-232 / GPIB).

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \Rightarrow \sqrt{L \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f} \Rightarrow C = \frac{1}{L \cdot (2 \cdot \pi \cdot f)^2}$$

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.

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.

Distributed by: Reliant EMC LLC, +1 408 916 - 5750, info@reliantemc.com, www.reliantemc.com

Schutzschaltungen

Das NCFN 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 - Umschaltschutz

Das NFCN 9734 verhindert selbständig Schaltvorgänge an den Kondensatoren unter Last*. Entsprechende Befehle werden unter Last ignoriert.
Die Schutzschaltung betrifft nicht Bit 24 – Bit 31.
(siehe Kapitel: Relais - Steuerwort).

Protection circuits

The NCFN 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 commands who corresponding the relays would be ignored.
The protection does not affect the bit 24 to bit 31.
(see chapter *Relays-Control-Word)*

Folgende Spannungen und Ströme der Kondensatoren dürfen maximal erreicht werden.
In Klammern die dazugehörigen A/D-Wandler Werte der Detektoren, bei denen die Schutzschaltung reagiert:

The following voltages and currents of the capacitors may not be exceeded. In the brackets are the
In brackets, the corresponding A / D converter values of the detectors at which the protective circuit reacts:

Kondensator *Capacitor*	I_{rms}, *A_{rms}*	*A/D* *(IR?)*	U_{Spitze} *V_{peak}*	A/D (UC?)
Through	-	-	-	-
C23 – C20	32 A	[470]	550 Vp	[302]
C19	32 A	[470]	850 Vp	[472]
C18 – C15	17 A	[250]	850 Vp	[472]
C14 – C12	17A	[250]	1400 Vp	[780]
C11 – C10	5 A	[72]	1400 Vp	[780]
C9 – C6	3 A	[42]	1400 Vp	[780]
C5 – C0	2 A	[28]	1400 Vp	[780]

Distributed by: Reliant EMC LLC, +1 408 916 - 5750, info@reliantemc.com, www.reliantemc.com

Schnittstellen

Das Kompensationsnetzwerk ist mit 3 externen Schnittstellen
zur Kommunikation mit einem PC ausgestattet.
USB, RS232, GPIB.

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>

GPIB (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.

Befehlsliste
Änderungen an den Einstellungen lassen sich mittels Strings vornehmen.

***IDN?**
Abfrage Geräteidentifikation.

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-Umschaltschutz).

IR?
Abfrage des A/D-Wandlers des Spannungsdetektors am 0,5 Ohm Shunt. Ist der Wert größer 3 können keine Kondensatoren umgeschaltet werden. (Relais-Umschaltschutz)

Interface

The compensation network has three external interfaces to communicate with a PC. USB, RS232 and GPIB.

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>

GPIB (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>.

Commands
Taking modifications on the settings is done by sending just a single string

****IDN?***
Identification query.

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-convertor 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-convertor of the voltage-detector at the 0.5 Ohm shunt. If the value is more than 3 no capacitors can be switched. (Relay-switching-protection)

Distributed by: Reliant EMC LLC, +1 408 916 - 5750, info@reliantemc.com, www.reliantemc.com

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 ausgeschrieben 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	C23	240 µF	Kondensatoren	Capacitors
	22	C22	120 µF		
	21	C21	60 µF		
	20	C20	32 µF		
4	19	C19	16 µF		
	18	C18	8 µF		
	17	C17	4 µF		
	16	C16	2 µF		
5	15	C15	1 µF		
	14	C14	500 nF		
	13	C13	248 nF		
	12	C12	128 nF		
6	11	C11	64 nF		
	10	C10	32 nF		
	9	C9	16 nF		
	8	C8	8 nF		
7	7	C7	4 nF		
	6	C6	2 nF		
	5	C5	1 nF		
	4	C4	500 pF		
8	3	C3	240 pF		
	2	C2	120 pF		
	1	C1	60 pF		
	0	C0	30 pF		

Distributed by: Reliant EMC LLC, +1 408 916 - 5750, info@reliantemc.com, www.reliantemc.com

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

SCHWARZBECK
Mess-Elektronik

SCHWARZBECK MESS – ELEKTRONIK OHG
Ziegelhäuser Str. 25
69250 Schönau, Germany
Phone: +49 6228 1001
Fax.: +49 6228 1003
E-Mail: office@schwarzbeck.de
www.schwarzbeck.de

Distributed by: Reliant EMC LLC, +1 408 916 - 5750, info@reliantemc.com, www.reliantemc.com