

Benutzerhandbuch Widerstandsdekade RD10



D

Inhalt

1.	Allgemeines	2
2.	Darstellung von Hinweisen	2
3.	Angaben zur Ausführung	3
4.	Allgemeine Informationen	3
5.	Einleitung	3
6.	Anschlüsse	3
6.1.	Spannungsversorgung	3
6.2.	Ausführung mit USB	4
6.3.	Ausführung mit RS485 – Modbus	4
6.4.	Anschluss simulierter Widerstand	4
7.	Blockschaltbild	4
8.	Bedienung der Widerstandsdekade	5
8.1.	Einschalten	5
8.2.	Menü-Drehknopf	5
8.3.	Einstellen des Widerstandwertes	5
8.4.	Wahl der Schrittweite	6
8.5.	Benutzung der Presets	6
9.	Wichtige Hinweise zur Benutzung	6
10.	Steuerung mit einem PC über USB	8
10.1.	USB-Schnittstellenbeschreibung RD10	8
10.1.1.	Physikalischer Anschluss	8
10.1.2.	Kommunikationsparameter	8
10.1.3.	Grundlegendes Kommunikationsprotokoll	8
10.1.4.	Datenstrom vom PC zum Gerät	9
10.1.5.	Datenstrom vom Gerät zum PC	9
10.2.	Befehls- und Parameterübersicht	9
10.2.1.	Liste der Befehle	9
10.3.	Diagnosen	10
10.3.1.	Codierung des Diagnosebytes	10
10.3.2.	Bedeutung der einzelnen Bits des Diagnosebytes	10
10.4.	Verbindungserkennung zwischen PC und Gerät	10
10.5.	Synchronisation zwischen Gerät und Anwendersoftware am PC	10
10.6.	Erstsynchronisation beim Anschluss eines PCs	11
11.	Steuerung über Modbus	12
11.1.	Parametrierung	12
11.2.	Steuerung	12
12.	Erklärungen zu Widerstandsreihen	13
13.	Technische Daten	15
13.1.	Elektrische Parameter	15
13.2.	Sonstige Daten	15
14.	Entsorgung des Gerätes	15
15.	CE Konformitätserklärung	15



1. Allgemeines

Vielen Dank, dass Sie sich für unsere Widerstandsdekade entschieden haben.
Mit Ihrer neuen Widerstandsdekade können Sie Widerstandswerte in einem weiten Bereich hochgenau simulieren und Entwicklungsarbeit oder Prüfungen bis zu Validationen eines Systems auch automatisiert durchführen.

2. Darstellung von Hinweisen



GEFAHR

Weist auf eine mögliche Gefahrenquelle bei der Verwendung hin, die zu Schaden am Gerät oder Personen führen kann.



ACHTUNG

Nützliche Informationen und Anwendungstipps.



3. Angaben zur Ausführung

Bezeichnung RD10
Modell 10051
Bestell-Nr. 200 101

4. Allgemeine Informationen

Die Widerstandsdekade RD10 dient dazu, beliebige Widerstandswerte in hoher Auflösung einfach einstellen zu können.

Gegenüber herkömmlichen Widerstandsdekaden besticht sie durch die einfache Bedienung, eine klare Anzeige des eingestellten Widerstandswertes und weiteren Komfortfunktionen, die bei Dekaden mit mechanischen Schaltern nicht lösbar sind.

Dazu zählen Funktionen wie

- Speicherung von mehreren häufig benutzten Werten
- Umschaltung des Einstellrasters auf gängige E-Reihen
- Fernsteuerbarkeit vom PC aus



Durch eine werkseitige Vermessung, Kalibrierung und Autokorrektur wird eine hohe und konstante absolute Einstellgenauigkeit erzielt. Diese liegt grundsätzlich immer besser als $\pm 1\Omega$, auch bei Werten von $1M\Omega$! Hierdurch wird insbesondere auch eine Monotonie der Kennlinie mit einem Linearitätsfehler von weniger als 0,05% erreicht.

5. Einleitung

Die Widerstandsdekade RD10 dient in erster Linie der Verwendung an Laborplätzen mit dem Ziel, nahezu beliebige Widerstandswerte zu simulieren.

Im Gegensatz zu üblichen (passiven) Widerstandsdekaden kommen Relais zum Einsatz, die verschiedene Widerstände in geeigneter Weise zusammenschalten. Die Steuerung erfolgt über einen Mikrocontroller, der die geeignete Schaltung berechnet und einstellt.

Sämtliche Einstellungen können am Gerät vorgenommen oder auch von einem PC ferngesteuert werden. Die intelligente Art der Berechnung des Widerstandswertes erlaubt eine konstante absolute Genauigkeit bis in den $M\Omega$ -Bereich.

Wesentliche Eigenschaften

- Komplett von einem PC aus steuerbar oder direkt am Gerät
- Helles 2,8" OLED Grafik Display mit 128x64 Punkten und 100cd/m²
- Galvanisch getrennte USB- oder Modbus-Schnittstelle zum Schutz von PC und Gerät
- Bis zu 5 Widerstandswerte im Gerät speicherbar
- Schrittweise in 1Ω -Schritten oder Stufen der Reihen E12, E24, E48 oder E96 von 1Ω bis $1M\Omega$
- Offenes und einfaches Steuerungsprotokoll zur Einbindung in vom Anwender erzeugte Automatisierungssysteme über LabView®, Diadem®, MatLab®, C++, etc.

6. Anschlüsse

6.1. Spannungsversorgung

Das Gerät arbeitet in einem weitem Versorgungsspannungsbereich von 9-26V. Die Versorgung stellt ein mitgeliefertes Netzteil zur Verfügung oder kann auch von anderen Quellen über den Hohlstecker des Gerätes erfolgen ($\varnothing=5,5\text{mm}$). Dabei sollte die Quelle eine Leistung von mindestens 7W besitzen.

Um Schäden über versehentlich verkehrte Polung zu vermeiden, ist ein Verpolschutz eingebaut. In so einem Fall arbeitet das Gerät einfach nicht und es erfolgt keine Anzeige auf dem Display.



6.2. Ausführung mit USB

An der Frontplatte befindet sich ein Typ B USB-Anschluss, welcher die Kommunikation mit einem PC ermöglicht. Hierbei wird ein virtueller COM-Port zum PC aufgebaut, welcher als COMx-Port beim PC erscheint.

Den Treiber für diesen COM-Port bringt in der Regel jedes Windows®-basierte Betriebssystem mit, so dass kein spezieller Treiber benötigt wird.

Sollte wider Erwarten das Gerät vom PC nicht erkannt werden und der Zugriff unmöglich sein, muss der mitgelieferte Treiber installiert werden.

Über diese Schnittstelle lassen sich alle Parameter auch vom PC aus einstellen. Dies kann über einfache Befehle mittels einer Script-Sprache erfolgen oder mit dem mitgelieferten Programm.

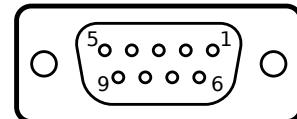
Die USB-Schnittstelle ist von der Versorgungsspannung galvanisch entkoppelt und so kann es auch bei Verpolung nicht zu einer Beschädigung eines angeschlossenen PCs kommen. Ebenso entstehen auf diese Art der Anbindung keine unnötigen Masseschleifen, die zu Funktionsstörungen führen könnten.

6.3. Ausführung mit RS485 – Modbus

Eine 9-polige D-Sub Buchse realisiert die Schnittstelle zum Modbus.

Physikalisch erfolgt die Verbindung über den RS485-Standard. Die Pinbelegung ist wie im nachfolgenden Bild dargestellt.

Pin	Funktion
1	GND
5	B (TxD)
9	A (RxD)



Ein Abschlusswiderstand (Typisch 120Ω) ist im Gerät nicht eingebaut und muss bei Bedarf extern, im Stecker realisiert werden. Dieser ist bei den niedrigen Übertragungsgeschwindigkeiten nur selten notwendig und nur an Endgeräten des Busses bei Bedarf anzubringen.

6.4. Anschluss simulierter Widerstand

Der simulierte Widerstand wird über zwei 4mm Sicherheits-Bananenbuchsen zur Verfügung gestellt.

 Es ist darauf zu achten, dass bei Verwendung von Spannungen $>30V_{AC}/60V_{DC}$ entsprechende Sicherheitsmaßnahmen zum Berührungsschutz angewendet werden müssen.

7. Blockschaltbild

Anschlusskonfiguration

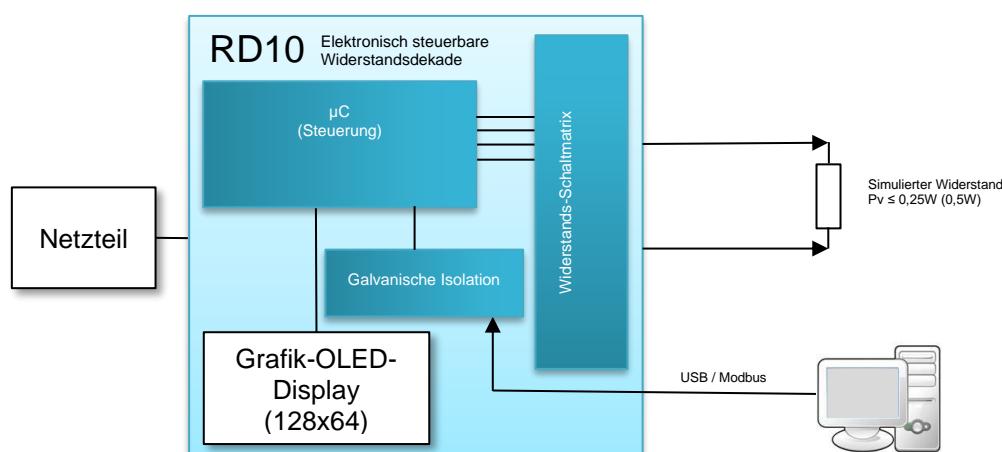


Abbildung 7-1 Blockschaltbild



8. Bedienung der Widerstandsdekade

8.1. Einschalten

Sobald das Gerät mit Strom versorgt wird, schaltet sich die Hintergrundbeleuchtung des Displays ein und das Firmenlogo wird kurz eingeblendet. Danach folgt eine kurze Einblendung des Gerätetyps, worauf in das Standardmenü geschaltet wird, was sich danach nicht mehr ändert.

Beim Erstmaligen Einschalten sind die Speicher mit Standardwerten belegt und das Gerät stellt als Schrittweite 1Ω ein. Als Widerstandswert wird der höchste Wert (RD10: $1\text{ M}\Omega$) eingestellt. Kurzzeitig lassen sich die Schaltgeräusche der Relais vernehmen.

Nach dem Einschalten erscheint auf dem Display ein kurzes Intro, das nach dem Firmenlogo, der Gerätebezeichnung in die Standard-Darstellung wechselt.



Da es keine mehrere Benutzerebenen gibt, bleibt die Anzeige stets konstant. Zur Anzeige der aktiven Funktion wird der gerade veränderliche Parameter jeweils unterstrichen.

Der eingestellte Widerstandswert wird in der obersten Zeile als große Zahl dargestellt. Die Anzeige wird nicht auf $\text{k}\Omega$ oder $\text{M}\Omega$ gekürzt, sondern erfolgt immer vollständig bis zur letzten Stelle auf 1Ω genau.

Eine Zeile tiefer befinden sich die „Preset-Tasten“. Diese stellen, ähnlich wie beim Speichern von Radiosendern, einen schnellen Zugriff auf häufig benutzte Werte zur Verfügung.



In der untersten Zeile stehen wiederum die Schrittweiten zur Auswahl, in denen beim Drehen des Knopfes der Wert des Widerstandes sich verändert.

8.2. Menü-Drehknopf

Auf der Geräteoberseite befindet sich ein Drehknopf, mit dem man im Menü blättern kann. Das Menü ist nicht verschachtelt und besitzt nur eine einzige Ebene, in der man durch Drehen die einzelnen Parameter selektieren kann.

Drücken des Knopfes führt zum Wechseln in das jeweilige Untermenü, so dass der selektierte Parameter durch Umrandung angezeigt wird und sich nun verändern lässt. Nach dem Verändern des Parameters wird durch nochmaliges Drücken das Untermenü verlassen und der neue Wert übernommen.

Dieses Prinzip wiederholt sich bei allen Parametern.

Beim Erreichen des letzten Menüpunktes wird wieder beim ersten Punkt angefangen.

8.3. Einstellen des Widerstandwertes

Beim Drehen des Knopfes werden die grafisch symbolisierten Knöpfe jeweils etwas vorgehoben (Unterstreichung, dickerer Rahmen), das anzeigt, welcher Knopf gedrückt werden kann.



Soll kein Speicherwert (M1-M5) aufgerufen oder eine spezielle E-Reihe eingestellt werden, muss der Knopf gedreht werden, bis nichts grafisch hervorgehoben wird. Wird in dieser Position der Knopf gedrückt, wird der obere Bereich der Anzeige, der aktuelle Widerstandswert unterstrichen. Das symbolisiert, dass der Wert verändert werden kann.

Durch drehen des Knopfes ändert sich der Widerstandswert je nach Einstellung schnell oder auch nur in 1Ω -Schritten.

Achtung: Der Widerstandswert wird nicht augenblicklich durch die Relais realisiert, sondern erst nach nochmaligem Drücken des Knopfes. Die breite Linie verschwindet wieder und das Klacken der Relais ist in ruhiger Umgebung leicht vernehmbar.

Bei erneuter Verstellung muss in dieser Position nochmal der Knopf gedrückt, gedreht und wieder gedrückt werden.

8.4. Wahl der Schrittweite

Eine vorteilhafte Funktion des Gerätes ist die Simulation von E-Reihen. Das kann dazu dienen, einen möglichst passenden Wert in einer Schaltung durch Versuche herauszuarbeiten und Abweichungen so einfach sichtbar machen zu können.

Dazu wird der Knopf gedreht, bis die gewünschte E-Reihe umrandet erscheint. Anschließendes Drücken aktiviert diese Reihe.

Ist eine spezielle Reihe aktiviert, erscheint sie in der obersten Zeile, rechts neben dem „R:“, wonach der aktuelle Widerstandswert angezeigt wird.

So wird beispielsweise bei der E12-Reihe ein Widerstand bei $1\text{k}\Omega$, dann $1,5\text{k}\Omega$, $2,2\text{k}\Omega$ etc. eingestellt. Eine Dekade ist somit recht schnell übersprungen und bei Bedarf muss nicht überlegt werden, welche Werte sich in einer speziellen Reihe befinden.

Soll die Schrittweite wieder auf 1Ω gestellt werden, muss das Symbol „Ohm“ angesteuert und selektiert werden. Danach verschwindet die E-Reihen-Anzeige aus dem Display wieder.

8.5. Benutzung der Presets

Das Gerät bietet die Möglichkeit, spezielle Widerstandswerte, die beispielsweise öfter benutzt werden sollen, zu speichern.

Dazu dienen die Knöpfe M1-M5. Sie funktionieren wie beispielsweise bei einem Autoradio. Man stellt bei Bedarf die E-Reihe ein, den Widerstand und geht dann auf den gewünschten Speicherknopf. In der Position drückt man den Knopf etwas länger. (>1s)

Nach Ablauf der Wartezeit von ca. 1s wird für ebenso grob 1s ein größerer Rahmen um den Knopf dargestellt, der die erfolgreiche Speicherung symbolisiert.

Ein Aufrufen des Wertes erfordert dagegen nur einen ganz kurzen Druck.

Beim Speichern des Wertes wird nicht nur der Widerstandswert gespeichert, sondern auch die beim Speichern eingestellte E-Reihe. Entsprechend wird beim Wiederaufrufen diese wiedereingestellt. Ein anschließendes Verstellen des Wertes erfolgt dann in Schritten der E-Reihe.

9. Wichtige Hinweise zur Benutzung

Der eingestellte Widerstand ist nicht vor Überlastung geschützt!

 Um keine Sicherung oder parasitäre Bauteile zum Schutz vor Überspannungen an das Netzwerk anzuhängen, wurde auf Sicherungseinrichtungen bewusst verzichtet. Dafür zeigt sich der Widerstandswert am Ausgang nahezu rein resistiv.

Im Gegenzug dazu muss der Benutzer stets sicherstellen, den eingestellten Widerstandswert nicht zu überlasten.



Bei niedrigen Widerständen ist in der Regel ein zu hoher Strom schädlich, bei hohen Widerständen dagegen hohe Spannungen.



Bitte beachten Sie daher unbedingt die maximale Verlustleistung, die auf dem Typenschild des Gerätes modellabhängig angegeben wird und überschreiten Sie die daraus resultierende maximal zulässige Spannung bzw. Stromstärke nicht! Für daraus resultierende Schäden erfolgt keine Gewährleistung.

$$\text{Maximale Stromstärke } i \leq \sqrt{\frac{P}{R}}$$

oder

$$\text{maximale Spannung } u \leq \sqrt{P \cdot R}$$

Es wird empfohlen stets mit großen Widerständen zu beginnen und den Wert danach nach unten zu verstetzen.

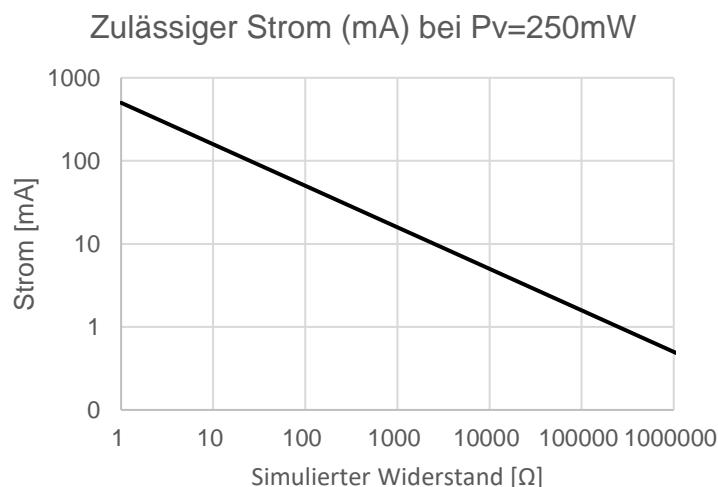


Abbildung 9-1 Maximal zulässiger Strom durch den simulierten Widerstand

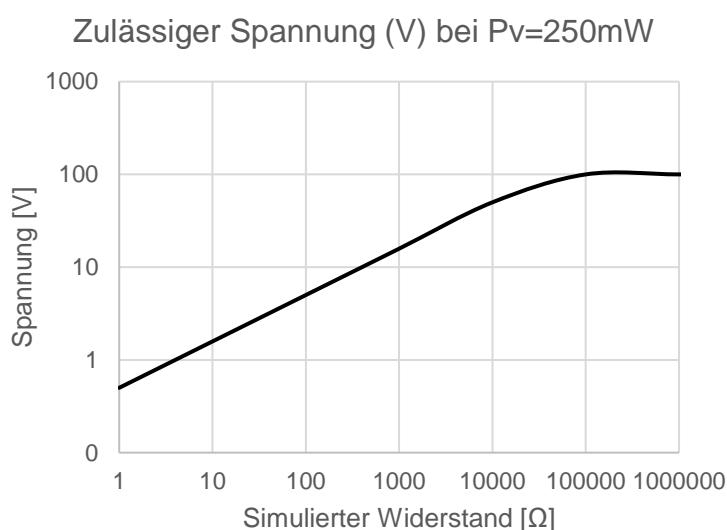


Abbildung 9-2 Maximal zulässige Spannung über den simulierten Widerstand



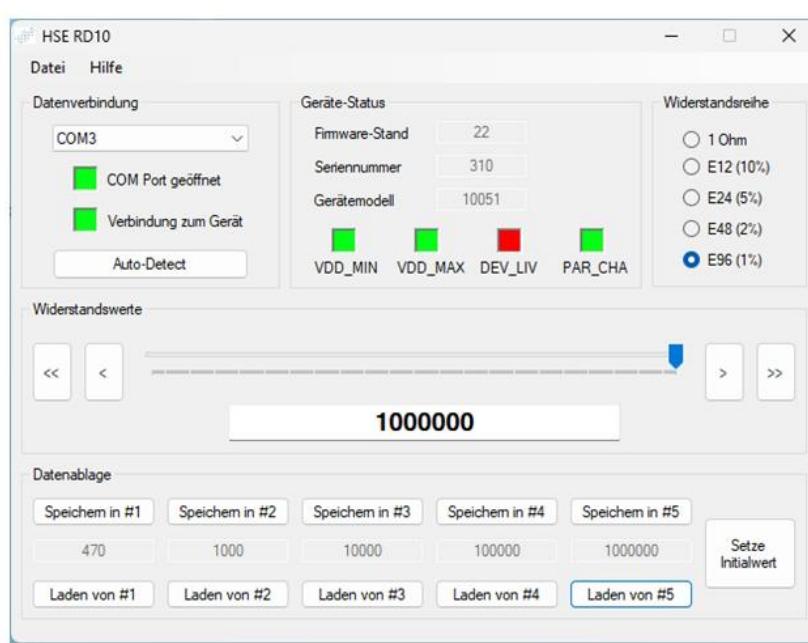
10. Steuerung mit einem PC über USB

Das Gerät besitzt eine USB-Schnittstelle des Typs B, über die ein handelsüblicher PC angeschlossen werden kann.

Für die Kommunikation wird ein COM-Port simuliert, welches die Implementierung eines einfachen Protokolls ermöglicht. Der sogenannte virtuelle COM-Port benötigt darüber hinaus auch keinen speziellen Treiber, er ist Bestandteil eines jeden Windows® Betriebssystems.

Beim Anschluss eines PCs installiert dieser bei Bedarf automatisch den notwendigen Treiber. Zur Herstellung der logischen Verbindung muss in der Applikation der zugeordnete COM-Port („COMn“) gewählt werden. Der PC merkt sich den zugeordneten COM Port und bei nochmaliger Verwendung wird dem Gerät der gleiche COM-Port zugeordnet.

Anschließend werden die Kommunikationsparameter eingestellt: 115,2kbit, keine Parität, 8 Datenbits und 1 Stopbit.



Das mitgelieferte Programm kann auf jedem PC mit Windows® Betriebssystem verwendet werden und benötigt keine Installation. Es kann auch von einem USB-Stick gestartet werden.

Damit lassen sich alle Parameter sehr einfach steuern und überwachen.

Zur Kontrolle des Gerätes kann aber auch im einfachsten Fall jedes Terminalprogramm verwendet werden.

Die Befehle und Parameter folgen einem festen Format und werden im Folgenden erklärt.

10.1. USB-Schnittstellenbeschreibung RD10

10.1.1. Physikalischer Anschluss

Der RD10 wird über einen USB-Anschluss an den PC angeschlossen. Um die Applikation einfach zu halten, wird zur Steuerung ein virtueller COM-Port verwendet, statt einer direkten Steuerung.

10.1.2. Kommunikationsparameter

Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 115200 bit/s. Daten: 8bit, keine Parität und 1 Stopbit (8N1).

10.1.3. Grundlegendes Kommunikationsprotokoll

Die Kommunikation zwischen Gerät und PC erfolgt nach dem Master-Slave Prinzip. Dabei stellt der PC den Master dar und dient in erster Linie der komfortablen Parametrierung des Gerätes. Diagnoseabfragen erfolgen zyklisch durch den PC und werden nicht asynchron gesteuert.

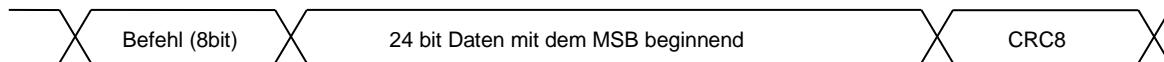
Zum Beginn einer Kommunikation schickt der PC einen 1-Byte langen Befehl gefolgt von weiteren 3 Bytes als Nutzinformation.



Um eine Mindestsicherheit der Datenübertragung zu gewährleisten wird jeder Übertragung noch ein 8bit CRC als Prüfsumme angehängt. Dabei wird das 8bit-Prüfpolynom 0xD5 verwendet.

10.1.4. Datenstrom vom PC zum Gerät

Prinzipiell erfolgt jede Übertragung eines einzelnen Parameters wie folgt:



Nach jeder Übertragung vom PC zum Gerät hin ermittelt das Gerät an Hand der Prüfsumme, ob es die Sendung richtig empfangen hat.

Der Empfang wird positiv quittiert indem das Gerät lediglich ein Byte am Ende des Antwort-Datenstromes mit dem Inhalt 0xAA übermittelt. Diese Mitteilung dient als „Acknowledge“.

Sollte die Übertragung nicht erfolgreich sein, wird eine Negativ-Quittung geschickt: 0x85.

10.1.5. Datenstrom vom Gerät zum PC

Nach jedem empfangenen Befehl antwortet das Gerät mit einer kurzen Verzögerung. Die Antwort besteht aus 3 Bytes Nutzinformationen, die bei entsprechenden Befehlen abgefragte Daten (wie z.B. Firmwarestand etc.) beinhalten. Sonst ist der Inhalt stets „0x00“. Im Anschluss daran erfolgt wieder ein Byte mit 8bit CRC als Prüfsumme und einem Byte als Empfangsquititung.

Bei fehlerhaftem Empfang, wird negativ mit 0x85 quittiert. (= „No acknowledge“)



10.2. Befehls- und Parameterübersicht

10.2.1. Liste der Befehle

Befehl	Befehlscode	Wertebereich logisch	Wertebereich physikalisch	Auflösung physikalisch
Widerstandswert übermitteln	0x20	1...1.000.000	1...1.000.000	1Ω
Aktuellen Wert in Speicher 1 ablegen	0x21	-	-	-
Aktuellen Wert in Speicher 2 ablegen	0x22	-	-	-
Aktuellen Wert in Speicher 3 ablegen	0x23	-	-	-
Aktuellen Wert in Speicher 4 ablegen	0x24	-	-	-
Aktuellen Wert in Speicher 5 ablegen	0x25	-	-	-
Schrittweite übertragen	0x26	0...4	-	1Ω, E12, E24, E48, E96
Werte in Speicher 1 wiederherstellen	0x31	-	-	-
Werte in Speicher 2 wiederherstellen	0x32	-	-	-
Werte in Speicher 3 wiederherstellen	0x33	-	-	-
Werte in Speicher 4 wiederherstellen	0x34	-	-	-
Werte in Speicher 5 wiederherstellen	0x35	-	-	-
Komplettes Setup permanent im Gerät speichern	0x50	-	-	-
Diagnose abfragen	0x70	-	-	-
Firmwarestand abfragen	0x71	-	-	-
Seriennummer abfragen	0x72	-	-	-
Gerätemodell abfragen	0x73	-	-	-

Beim Speichern oder Wiederherstellen von gespeicherten Werten werden geräteseitig immer Widerstandswert und die Schrittweite, die im Moment der Speicherung eingestellt war gespeichert bzw. wiederhergestellt.



10.3. Diagnosen

Das Gerät überprüft permanent eine Auswahl an Parametern und Funktionen. Sollte eine der überwachten Funktionen nicht das erwartete Ergebnis liefern, so wird das in einem Diagnosebyte entsprechend eingetragen.

Alle Einträge reflektieren den augenblicklichen Zustand des Gerätes. Geht beispielsweise die Versorgungsspannung wieder in den nominellen Bereich zurück, wird auch das Fehlerbit im gleichen Augenblick zurückgesetzt.

Eine Ausnahme bildet Bit 0. Diese wird erst wieder zurückgesetzt, nachdem der als verändert gemeldete Parameter vom PC abgefragt wird.

10.3.1. Codierung des Diagnosebytes

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
reserviert	reserviert	reserviert	reserviert	VDD_MIN	VDD_MAX	DEV_LIV	PAR_CHA

10.3.2. Bedeutung der einzelnen Bits des Diagnosebytes

PAR_CHA	0=Am Gerät wurden keine Parameter verändert 1= Am Gerät wurde ein Parameter verändert. Synchronisation zwischen PC-Anzeige und Gerät erforderlich. Abfrage des geänderten Parameters durch den PC erforderlich.
DEV_LIV	Ist immer eins und dient als Möglichkeit zur Funktionserkennung des Gerätes
VDD_MAX	1=Versorgungsspannung zu hoch
VDD_MIN	1=Versorgungsspannung zu niedrig

10.4. Verbindungserkennung zwischen PC und Gerät

Der PC sendet nach dem Programmstart regelmäßig einen Erkennungscode (Geräteidentifikation) über den COM-Port zum Gerät.

Zwecks des Komforts sollte die Software am PC dazu alle verfügbaren COM-Ports nacheinander öffnen und die Geräteidentifikation senden. Sobald diese vom Gerät erkannt wird, antwortet es vorzugsweise im festgelegten Format (insgesamt 5 Bytes) mit einem Quittungscode. Der PC schließt daraufhin den Erkennungsvorgang ab und behält den geöffneten Port bei.

Wird das Verbindungskabel getrennt, erkennt der PC durch regelmäßige Abfrage des Diagnosebytes die ausbleibende Antwort und beginnt daher wieder mit dem Versenden des Erkennungscodes. Die Erkennungsprozedur kann somit wieder beginnen.

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Abfragehäufigkeit	100		1000	ms

10.5. Synchronisation zwischen Gerät und Anwendersoftware am PC

Neben der reinen Fernsteuerung über einen PC besteht auch die Möglichkeit, die Parameteranzeigen am PC-Programm mit den Anzeigen und Einstellungen am Gerät stets synchron zu halten, unabhängig wo Veränderungen vorgenommen werden.

Am Gerät können alle Parameter autark ohne Zuhilfenahme eines PCs eingestellt werden. Wird jedoch gleichzeitig ein PC mit dem Gerät gekoppelt, werden Einstellungen, die am Gerät vorgenommen werden, aufgrund des Master-Slave Prinzips nicht automatisch an den PC übermittelt.

Um die Anzeigen am PC mit den Einstellungen am Gerät dennoch synchron zu halten, muss der PC diese in regelmäßigen Abständen abfragen.



Zu diesem Zweck fordert der PC das Diagnosebyte vom Gerät an. Bit 0 (PAR_CHA) stellt einen Flag dar, der anzeigen, ob am Gerät eine Einstellung geändert wurde. Ist der Wert eine logische „1“, so wurde ein Parameter am Gerät verändert. In so einem Fall enthalten die ersten zwei Bytes die Information, welches der Parameter verändert wurde:



Der Parametertyp der Nachricht vom Gerät zum PC entspricht genau dem Befehlscode, der zum Verändern des Parameters verwendet wurde. So lässt sich auf einfache Weise extrahieren, was genau verändert wurde.

Auch hier beginnt der Datenstrom mit dem MSB und da die Befehle nur ein Byte lang sind, ist das erste Byte der Antwort bei Abfrage der Diagnose stets 0.

Wurde kein Parameter verändert, sieht die Antwort auf die Diagnoseanfrage wie folgt aus:



Als Reaktion fragt der PC in einem darauffolgenden Schritt beim Gerät mit den Befehlen gemäß Tabelle 6-1 den neuen Wert des veränderten Parameters ab.

Mit einer kurzen Verzögerung sendet das Gerät den Wert des geänderten Parameters zurück. Dieser kann je nach Parameter bis zu drei Byte lang sein.

Abschließend wird nach dem Versenden des Parameterwerts der Flag im Diagnosebyte wieder auf 0 gesetzt.

10.6. Erstsynchronisation beim Anschluss eines PCs

Wird ein PC zum ersten Mal nach dem Einschalten des Gerätes angeschlossen, sind alle Einstellparameter des Gerätes dem PC unbekannt und unterschiedlich von den Werten am PC.

Sobald das Vorhandensein eines Gerätes erkannt wird, werden alle Parameter nacheinander abgefragt, um diese mit den Anzeigewerten am PC zu synchronisieren. Danach erfolgt nur noch die Abfrage einer durch das Gerät hervorgerufenen Änderung, wie in Kapitel 5 beschrieben.

Das Abfragen eines Parameters erfolgt ganz ähnlich wie das Übermitteln eines Parameters, mit dem Unterschied, dass zum ursprünglichen Befehlscode einfach ein Offset addiert wird.

Lautet beispielsweise der Befehl zum Übermitteln des Widerstandwertes 0x20, so lautet der Befehl zum Zurücklesen dieser Daten vom Gerät 0xA0. Der Offset beträgt 0x80.

Nach diesem Schema ergibt sich folgende Befehlsliste, die zum Auslesen der Parameter dient:

Befehl	Befehlscode	Wertebereich logisch
Widerstandswert	0xA0	1...1.000.000
Speicherwert 1 lesen	0xA1	1...1.000.000
Speicherwert 2 lesen	0xA2	1...1.000.000
Speicherwert 3 lesen	0xA3	1...1.000.000
Speicherwert 4 lesen	0xA4	1...1.000.000
Speicherwert 5 lesen	0xA5	1...1.000.000
Schrittweite lesen	0xA6	0...4

Tabelle 10-1 Liste der Befehle zum Abfragen von Parametern

Wie unter Kapitel 5 bereits beschrieben, sieht die Antwort des Gerätes stets wie folgt aus:





Beispiel einer Parameteränderung (Widerstandswertänderung)

Der PC fragt den Diagnosecode ab und sendet dazu: 0x70, 3-mal 0x0 und abschließend den CRC. Das Gerät antwortet mit: 0x0, 0x20, 0x3, CRC und 0xAA.

Nun fragt der PC mit 0xA0, 3-mal 0x0 und CRC den neuen Wert ab und erhält den neuen Widerstandswert, gefolgt von CRC und 0xAA als Antwort.

11. Steuerung über Modbus

In der Ausführung mit Modbus-Schnittstelle ist dieses Gerät als Slave konfiguriert. Damit folgen alle Einstellungen zu den Modbus-Parametern den Vorgaben durch den Master.

11.1. Parametrierung

Die Modbus Parameter lassen sich nur beim Einschalten des Gerätes einstellen. Dazu wird zuerst die Stromversorgung ausgeschaltet.

Der Dreh- / Drücksteller auf der Oberseite des Gerätes wird gedrückt gehalten, während die Stromversorgung eingeschaltet wird.

Anstatt mit der Üblichen Meldung zu starten, werden sofort alle Parameter der Schnittstelle angezeigt.

Durch Drehen des Knopfes gelangt man zum Parameter, der verändert werden soll. Die aktuelle Auswahl wird durch das Symbol „>“ vor dem Parameter angezeigt.

Wird der Steller gedrückt, lässt sich der Parameter ändern. Ein nochmaliges Drücken verlässt die Einstellung und man kann zu einem weiteren Parameter gelangen.

Auf diese Weise stellt man die Geräteadresse ein (1...247), die Übertragungsgeschwindigkeit und die Parität ein.

Am Ende geht man zum untersten Menüpunkt, um die Modbus-Einstellungen zu speichern und zu verlassen.

11.2. Steuerung

Bitte beachten:

! Sollte das Gerät manuell verändert werden und sich das Menü nicht in der obersten Ebene befinden, lässt sich das Gerät nicht über den Modbus fernbedienen. Die Befehle werden zwar empfangen und beantwortet, aber sie werden nicht umgesetzt. Somit besitzt die Handbedienung am Gerät Priorität und kann den Zugriff über den Modbus verhindern.

Es sind lediglich vier Funktionen zur Fernsteuerung realisiert:

1. Widerstandswert schreiben
2. Widerstandswert lesen
3. Gerätesetup im Gerät speichern
4. Gerätesetup aufrufen (Wiederherstellen)

Diese Befehle werden durch das Ansprechen über Funktionscodes erteilt.

Befehl	Funktionscode	Registeradressbereich	Wertebereich
Widerstandswert schreiben	16 (0x10)	0,1	1...1.000.000
Widerstandswert lesen	03 (0x3)	0,1	1...1.000.000
Gerätesetup im Gerät speichern	05 (0x5)	2	0 / 255 (0x0/0xFF)
Gerätesetup aufrufen (Wiederherstellen)	05 (0x5)	1	0 / 255 (0x0/0xFF)



Beispiel Anfragestring für das Setzen eines neuen Widerstandwertes (Mit angenommene Slave Adresse 0x09 und einem Widerstand von 123456Ω. In Klammern: CRC):
 0x09 0x10 0x00 0x00 0x00 0x02 0x04 0x00 0x01 0xE2 0x40 (0x5F 0XC1)

Holding Register

Adresse	Wert	Parametername	Typ
0	Bit 8...15	Widerstandswert	UINT16
1	Bit 0...7	Widerstandswert	UINT16

Coils

Adresse	Wert	Parametername	Typ
0		Gerätesetup laden	Boolean
1		Gerätesetup speichern	Boolean

12. Erklärungen zu Widerstandsreihen

Das Gerät kann den Widerstand in 1Ω-Schritten oder nach Normreihen gerastert einstellen. Der Zusammenhang der Codierung bei der Befehlsübertragung ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Code für Schrittweite	Schrittweite
0	1Ω
1	E12
2	E24
3	E48
4	E96

Die Werte für die E-Reihen lassen sich entweder aus einer Look-Up Table entnehmen oder berechnen. Sie resultieren aus den jeweiligen Toleranzen der Reihe.

Die Zahl hinter dem „E“ besagt, wie viele Werte sich innerhalb einer Dekade befinden. Der Logik folgend wird vom Anfangswert 1 ausgegangen und dieser mit einer Konstante multipliziert. Das Ergebnis wird anschließend jeweils immer wieder mit der gleichen Konstante multipliziert, bis das Ergebnis sich verzehnfacht hat.

Die darauffolgenden Dekaden berechnen sich nach dem gleichen Schema.

Die Berechnung der Konstante ergibt sich aus der x-ten Wurzel von 10.

$$k = \sqrt[10]{10} \quad \text{oder} \quad k = 10^{\frac{1}{10}}$$

X stellt dabei 12, 24, 48 oder 96 dar.

Die Rundung der Werte folgt leider keiner mathematisch exakten Regel und wurden wegen der bereits frühen hohen Verbreitung nachträglich nie mehr geändert.

Daher ist die Realisierung als Look-Up Table einfacher.

Benutzerhandbuch Widerstandsdekade RD10
12 Erklärungen zu Widerstandsreihen



E12 (10%)	E24 (5%)	E48 (2%)	E96 (1%)	E12 (10%)	E24 (5%)	E48 (2%)	E96 (1%)
1,0	1,0	1,00	1,00	3,3	3,3	3,32	3,32
		1,02	1,02			3,40	3,40
		1,05	1,05		3,48	3,48	3,48
		1,07	1,07		3,57	3,57	3,57
		1,10	1,10		3,6	3,65	3,65
	1,1	1,13	1,13		3,9	3,74	3,74
		1,15	1,15			3,83	3,83
		1,18	1,18			3,92	3,92
		1,21	1,21		4,02	4,02	4,02
1,2	1,2	1,24	1,24		4,12	4,12	4,12
		1,27	1,27		4,22	4,22	4,22
		1,30	1,30		4,32	4,32	4,32
		1,33	1,33		4,42	4,42	4,42
		1,37	1,37		4,53	4,53	4,53
	1,3	1,40	1,40	4,7	4,64	4,64	4,64
		1,43	1,43		4,87	4,87	4,87
		1,47	1,47		5,11	5,11	5,11
		1,50	1,50		5,23	5,23	5,23
		1,54	1,54		5,36	5,36	5,36
1,5	1,5	1,58	1,58		5,49	5,49	5,49
		1,62	1,62		5,62	5,62	5,62
		1,65	1,65		5,76	5,76	5,76
		1,69	1,69		5,90	5,90	5,90
		1,74	1,74		6,04	6,04	6,04
	1,8	1,78	1,78	5,6	6,19	6,19	6,19
		1,82	1,82		6,34	6,34	6,34
		1,87	1,87		6,49	6,49	6,49
		1,91	1,91		6,65	6,65	6,65
		1,96	1,96		6,81	6,81	6,81
1,8	2,0	2,00	2,00		7,15	7,15	7,15
		2,05	2,05		7,32	7,32	7,32
		2,10	2,10		7,50	7,50	7,50
		2,15	2,15		7,68	7,68	7,68
		2,21	2,21		7,87	7,87	7,87
	2,2	2,26	2,26	6,8	8,06	8,06	8,06
		2,32	2,32		8,25	8,25	8,25
		2,37	2,37		8,45	8,45	8,45
		2,43	2,43		8,66	8,66	8,66
		2,49	2,49		9,09	9,09	9,09
2,7	2,4	2,55	2,55		9,31	9,31	9,31
		2,61	2,61		9,53	9,53	9,53
		2,67	2,67		9,76	9,76	9,76
		2,74	2,74	7,5	8,25	8,25	8,25
		2,80	2,80		8,45	8,45	8,45
	2,7	2,87	2,87		8,66	8,66	8,66
		2,94	2,94		9,09	9,09	9,09
		3,01	3,01		9,31	9,31	9,31
		3,09	3,09		9,53	9,53	9,53
		3,16	3,16		9,76	9,76	9,76
	3,0	3,24	3,24		8,2	8,2	8,2

Abbildung 12-1 E-Reihen gemäß IEC 60063:2015



13. Technische Daten

13.1. Elektrische Parameter

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Versorgungsspannungsbereich	9		26	VDC
Leistungsaufnahme		4	6	W
Zulässige Verlustleistung simulierter Widerstand RD10-01 (RD10-02)	0,25 (0,5)			W
Genauigkeit eingestellter Widerstand bei 20°C	-1	±0,5	+1	Ω
Genauigkeit eingesetzte Widerstände			±0,1	%
Differentielle Nichtlinearität			±0,05	%
Widerstands-Temperaturkoeffizient RD10-01 (RD10-02)		50 (25)		ppm/K
Nominelle Spannungsfestigkeit eingesetzter Widerstände		250		V

13.2. Sonstige Daten

Parameter	Wert
Arbeitstemperatur	-10°C...+60°C
Gehäusematerial	Aluminium, ABS
Abmessungen	Ca. 173x103x35mm
Gewicht	Ca. 390g

14. Entsorgung des Gerätes

Dieses Symbol zeigt an, dass dieses Gerät nicht als normaler Hausmüll behandelt werden darf. Indem Sie dafür sorgen, dass dieses Gerät korrekt entsorgt wird, tragen Sie dazu bei, negative Folgen für die Umwelt und Gesundheitsrisiken zu vermeiden, welche durch die falsche Entsorgung des Gerätes verursacht werden könnten. Wenn Sie ausführliche Informationen zum Recycling dieses Gerätes wünschen, wenden Sie sich bitte an uns, die örtlichen zuständigen Behörden oder den Händler, bei dem Sie dieses Gerät erworben haben.



15. CE Konformitätserklärung

Hersteller: HSE Lorand d'Ouvenou
Hermann-Köhl-Str. 3
D-93049 Regensburg



Produktbezeichnung: Widerstandsdekade RD10
Modell: RD10-01 / RD10-02

Der Hersteller bescheinigt hiermit die Konformität des oben genannten Produkts mit den folgenden Bestimmungen:

- EMV Richtlinien 2014/30/EU
- RoHS 2011/65/EU

Datum: 29.10.2020

Unterschrift

Lorand d'Ouvenou, Geschäftsführer

Version 1.2

User Manual Resistance Decade Box RD10



EN

Table of Content

1.	General	17
2.	Representation of hints.....	17
3.	Model Information.....	18
4.	General Information.....	18
5.	Abstract.....	18
6.	Connections.....	18
6.1.	Power Supply.....	18
6.2.	Device with USB.....	19
6.1.	Device with RS485 – Modbus	19
6.2.	Connection of the Simulated Resistor	19
7.	Block Diagram	19
8.	Using The Device	20
8.1.	Powering Up	20
8.2.	Menu Selection	20
8.3.	Setting The Resistance	20
8.4.	Adjusting Step Size	21
8.5.	Using Presets	21
9.	Important Notes	21
10.	Remote Control via PC and USB	22
10.1.	USB Interface Description RD10.....	23
10.1.1.	Physical Connection	23
10.1.2.	Communications Parameters	23
10.1.3.	Basic Communication Protocol.....	23
10.1.4.	Data Stream from PC to Device	23
10.1.5.	Data Stream from Device to PC	24
10.2.	Command and Parameter	24
10.2.1.	List of Commands.....	24
10.3.	Diagnostics	24
10.3.1.	Bits of the diagnostic byte.....	24
10.3.2.	Individual bits of the diagnostic byte.....	25
10.4.	Connection Detection Between PC and Device	25
10.5.	Synchronization Between Device and User Software on PC.....	25
10.6.	Initial Synchronization When Connecting a PC.....	26
11.	Remote control via Modbus.....	26
11.1.	Communication parameter settings.....	26
11.2.	Commands and Parameter	27
12.	Explanations of Resistance Series	28
13.	Technical Data.....	30
13.1.	Electrical parameters.....	30
13.2.	Miscellaneous	30
14.	Device Disposal	30
15.	CE Declaration of Conformity	30



1. General

Thank you for choosing our Resistance Decade Box.

With your new Resistance Decade Box, you can simulate resistance values in a wide range at high precision and develop electronic systems or validate limits with automated tests.

2. Representation of hints



CAUTION

Indicates a potential source of danger during use that could lead to damage to the device or persons.



ATTENTION

Useful information and application tips.



3. Model Information

Designation RD10
Model 10051
Order-No. 200 101



4. General Information

The RD10 resistance decade is used to easily set any resistance values with high resolution.

Compared to conventional resistance decades, it impresses with its simple operation, a clear display of the set resistance value and other comfort functions that cannot be solved by decades with mechanical switches.

These include functions such as

- Storing of several frequently used values
- Step sizes according to E-rows or 1Ω
- Remote control from a PC

High and constant absolute setting accuracy is achieved by factory measurement, calibration and auto-correction. The absolute accuracy is always better than $\pm 1\Omega$, even at values of $1M\Omega$! In particular, this also achieves a monotony of the characteristic curve with less than 0.05% nonlinearity.

5. Abstract

The RD10 resistance decade box RD10 is primarily intended for use in laboratory with the aim of simulating almost any resistance value.

In contrast to usual (passive) resistance decades, relays are used, which interconnect different resistors in a suitable way. All settings are realized by a microcontroller, which calculates and sets the suitable circuit.

All parameters can be modified on the device itself or remotely from a PC.

The intelligent way of calculating the resistance value allows a constant absolute accuracy up to the $M\Omega$ range.

Key features

- Remote controlled from a PC or directly at the device
- Bright 2.8" OLED graphic display with 128x64 pixels and $100cd/m^2$
- Galvanically isolated USB or Modbus interface to protect PC and device
- Up to 5 resistance values can be stored in the device
- Minimum resolution: 1Ω -steps or according to E12, E24, E48 or E96 ranging from 1Ω to $1M\Omega$
- Open and simple protocol for integration into user-generated automation systems via LabView®, Diadem®, MatLab®, C++, etc.

6. Connections

6.1. Power Supply

The device operates in a wide supply voltage range of 9-26V. It is powered by a suitable AC/DC-adapter which comes with the unit. Alternatively, it can also be supplied from other sources which use a hollow plug ($\varnothing=5.5\text{mm}$), provide a voltage in the above-mentioned range and required power of at least 7W.

To prevent damages caused by accidentally reversed polarity, a reverse polarity protection is built in. In such a case, the device simply will not work, and the display remains inactive.



6.2. Device with USB

A type B USB port is located on the front panel, which enables communication with a PC. A virtual COM port is established to the PC, which appears as a COMx port on the PC.

The driver for this COM port is usually provided by every Windows®-based operating system, so that no special driver is required.

If the device is not recognized by the PC automatically and access is impossible, the supplied driver must be installed first.

All parameters can also be set from the PC via this interface. This can be done via simple commands using a script language or with the supplied program.

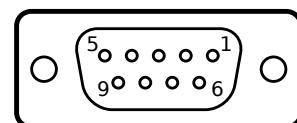
The USB interface is galvanically fully isolated from the internal supply. Thus, even a reverse polarity of the power supply would not damage any connected PC. Moreover, no current loops on the GND line would be generated which could cause a malfunction.

6.1. Device with RS485 – Modbus

A 9-way D-Sub receptacle realizes the interface to the Modbus.

Physically, the connection is made according to the RS485 standard. The pin assignment is as shown in the figure below.

Pin	Function
1	GND
5	B (TxD)
9	A (RxD)



The typical bus termination of 120Ω is not integrated into the device and needs to be realized externally. However, this is rarely necessary at low speeds and needs to be attached to the bus's end devices if required.

6.2. Connection of the Simulated Resistor

The resulting resistance can be accessed by 4mm safety type banana jacks.

 Care must be taken when handling with voltages higher than $30V_{AC}/60V_{DC}$ and appropriate touch protection should be provided.

7. Block Diagram

Typical use case

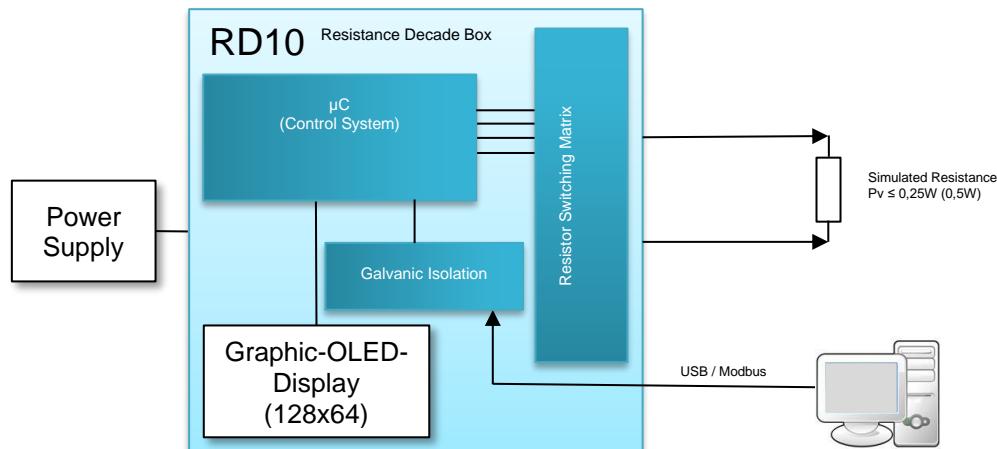


Figure 7-1 Block diagram



8. Using The Device

8.1. Powering Up

After powering on, a short intro appears on the display, which changes to the standard display content after displaying the company logo and the device name.



Since there are no multiple menu levels, the displayed parameters always remain constant. To display the active function, the parameter that is currently changing is underlined in each case.

The actual set resistance value is displayed as a large number in the top line. The value is not truncated to $k\Omega$ or $M\Omega$ but is shown always up to the last digit.

One line below, the "preset keys" are located. These presets can be used like radio buttons and provide a quick access to frequently used values.



In the bottom line, you can select the increments in which the value of the resistor changes when you turn the rotary button.

8.2. Menu Selection

On the top of the device there is a rotary button that can be used to scroll through the menu. The menu is not nested and has one level only, in which one can select the individual parameters by turning.

Pressing the button leads to entering the respective submenu. The selected parameter is indicated by a bold border and can now be changed. After changing the parameter, pressing the button once again exits the submenu and the new value becomes active.

This principle is always the same for all parameters.

When the last menu item is reached, the menu starts over again at the beginning.

8.3. Setting The Resistance

When the rotary button is turned, the selected graphically symbolized buttons are highlighted slightly (underlining, thicker frame), indicating which button can be pressed.

If no formerly saved setting (M1-M5) supposed to be recalled or no special E-row should be set, the rotary button must be turned until nothing is graphically highlighted. Pressing the button in this position makes the upper area of the display becoming underlined (the current resistance value). This symbolizes that the current value can be modified.

By rotating the button, the resistance value will change quickly. If the step size is set to 1Ω only, the change takes place much more slowly.

Attention: The resistance value is not realized immediately by the relays, but only after pressing the button again. The wide underline disappears again and the clacking of the relays is easily audible in a quiet environment.

This procedure must be repeated if the value should be changed again.



8.4. Adjusting Step Size

A comfortable feature of the device is the simulation of E-series. This can be used to identify the most suitable value in a circuit simply by testing and to visualize deviations in parallel.

For this purpose, starting at the default setting (nothing highlighted or underlined) the rotary button must be turned until the desired E-series appears outlined. Subsequent pressing activates this E-series.

If a special series is activated, it appears in the top line, to the right of the big letter "R:", where the current resistance value is displayed behind.

For example, the E12 series sets a resistor at $1\text{k}\Omega$, then $1.5\text{k}\Omega$, $2.2\text{k}\Omega$, and so on. A decade can thus be skipped quite quickly and if required, there is no need to think about which values are defined a particular E-series.

If the step size should be set to 1Ω again, the symbol "Ohm" must be selected. Afterwards the E-series symbol disappears from the display again.

8.5. Using Presets

The device offers the possibility to save special resistance values if their use is expected more often.

The M1-M5 buttons are intended for this purpose. They simply work like radio buttons. One sets the E-series if necessary and a resistance value and then selects one of the memory symbols M1-M5 by rotating the button. In this position, press the button a for approximately 1s or longer.

After this waiting time has elapsed, a larger frame is displayed around the button for again 1s approximately, symbolizing successful storage.

Restoring from one of the memories, on the other hand, requires only a short press while one of M1 to M1 is selected.

Note that when saving the value, not only the resistance value is saved, but the E-series too. When the value is recalled, both are set again accordingly. A subsequent adjustment of the value then takes place in steps of the recalled E-series.

9. Important Notes

The simulated resistor is not protected against overload!



In order not to influence the simulated resistance, no fuse or other parasitic protection components against overvoltage is used. Instead, the resistance value at the output is almost purely resistive.

As a consequence, the user must always ensure that the set resistance value gets not overloaded. With low resistances, too high a current may be harmful, with high resistances on the other hand, too high voltages could cause problems.



It is therefore essential that you observe the maximum power dissipation specified on the nameplate of the device depending on the model and do not exceed the resulting maximum permissible voltage or current! There is no warranty for resulting damages.

$$\text{Maximum current } i \leq \sqrt{\frac{P}{R}}$$

or

$$\text{maximum voltage } u \leq \sqrt{P \cdot R}$$

It is recommended to start with large resistance values and then reducing it gradually.

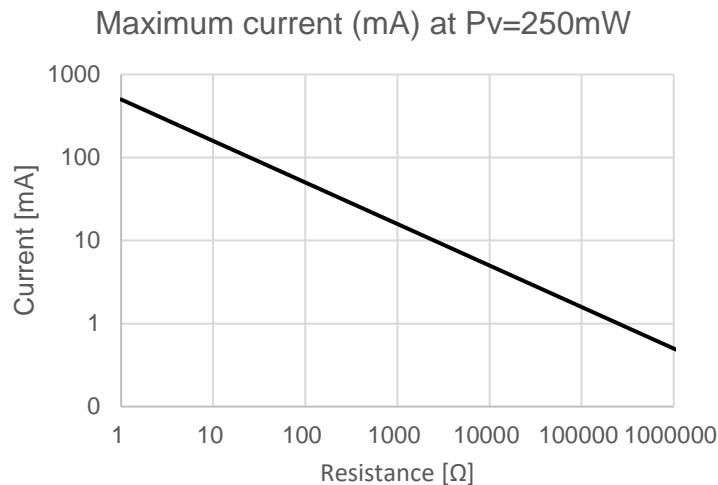


Figure 9-1 Maximum current through the simulated resistor

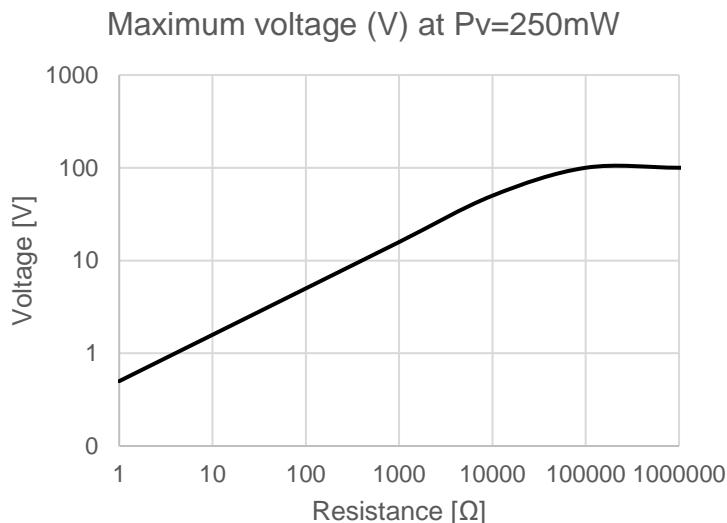


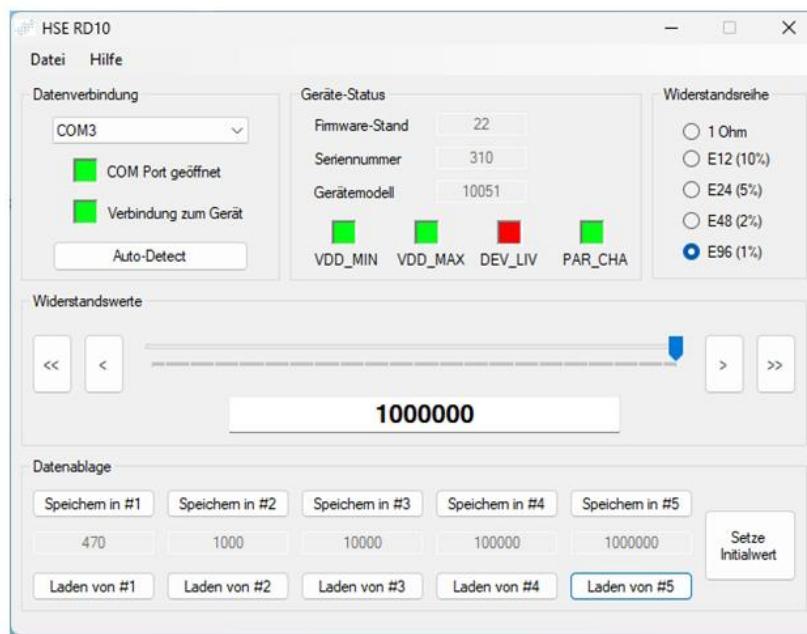
Figure 9-2 Maximum voltage over the simulated resistor

10. Remote Control via PC and USB

The device has a USB interface of type B, via which a commercially available PC can be connected. For communication, a COM port is simulated, which enables the implementation of a simple protocol. Furthermore, the so-called virtual COM port does not require a special driver, it is part of every Windows® operating system.

When a PC is connected, it automatically installs the necessary driver if required. To establish the logical connection, the assigned COM port ("COMn") must be selected in the application. The PC remembers the assigned COM port and the same COM port is assigned to the device when it is used again.

Then the communication parameters are set: 115.2kbit, no parity, 8 data bits and 1 stop bit.



The supplied program can be used on any PC with Windows® operating system and does not require installation. It can also be used simply from an USB stick.

This makes it very easy to control and monitor all parameters.

However, any terminal program can also be used to control the device in the simplest case.

The commands and parameters follow a fixed format and are explained below.

10.1. USB Interface Description RD10

10.1.1. Physical Connection

The RD10 is connected to the PC via a USB port. To keep the application simple, a virtual COM port is used for control instead of direct control.

10.1.2. Communications Parameters

The communication speed is 115200 bit/s. Data: 8bit, no parity and 1 stop bit (8N1).

10.1.3. Basic Communication Protocol

Communication between the device and the PC is based on the master-slave principle. The PC is the master and is primarily used for convenient parameterization of the device.

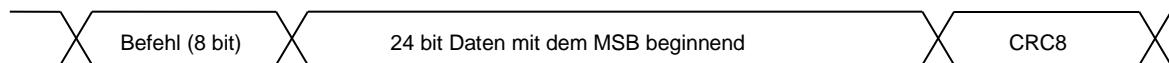
Diagnostic must or may be requested cyclically by the PC and are not controlled asynchronously.

At the start of communication, the PC sends a 1-byte command followed by 3 bytes containing user information.

To ensure a minimum security of the data transmission, an 8-bit CRC is appended to each transmission as a checksum. The 8bit check polynomial 0xD5 is used for this.

10.1.4. Data Stream from PC to Device

In principle, each transmission of a single parameter takes place as follows:



After each transmission from the PC to the device, the device uses the checksum to determine whether it has received the transmission correctly.

The reception is positively acknowledged by transmitting one byte at the end of the response data stream: 0xAA. This message serves as an "acknowledge".

If the transmission is not successful, a negative acknowledgement is being sent: 0x85. (See below)



10.1.5. Data Stream from Device to PC

After each command received, the device responds after a short delay. The response consists of 3 bytes of user information, which contains the data requested for the corresponding commands (e.g. firmware version, etc.). Otherwise, the content is always "0x00". This is followed always by a byte with 8bit CRC as checksum and a byte as receipt acknowledgement.

If the reception is corrupted (calculated CRC does not fit to the received CRC), it is negatively acknowledged with 0x85. (= "No acknowledge")



10.2. Command and Parameter

10.2.1. List of Commands

Command	Instruction code	Logical range	Physical range	Physical resolution
Write resistance value	0x20	1...1.000.000	1...1.000.000	1Ω
Store current value in memory 1	0x21	-	-	-
Store current value in memory 2	0x22	-	-	-
Store current value in memory 3	0x23	-	-	-
Store current value in memory 4	0x24	-	-	-
Store current value in memory 5	0x25	-	-	-
Write step size	0x26	0...4	-	1Ω, E12, E24, E48, E96
Restore values in memory 1	0x31	-	-	-
Restore values in memory 2	0x32	-	-	-
Restore values in memory 3	0x33	-	-	-
Restore values in memory 4	0x34	-	-	-
Restore values in memory 5	0x35	-	-	-
Save complete setup permanently	0x50	-	-	-
Read diagnostics	0x70	-	-	-
Read firmware	0x71	-	-	-
Read serial number	0x72	-	-	-
Read device model	0x73	-	-	-

When saving or restoring saved values, the resistance value and the corresponding step size set at the moment of saving are saved resp. restored on the device.

10.3. Diagnostics

The device permanently checks a selection of parameters and functions. If one of the monitored functions does not produce the expected result, it is entered in a diagnostic byte accordingly.

All entries reflect the current state of the device. If, for example, the supply voltage returns to the nominal range, the error bit is also cleared at the same time.

Bit 0 is an exception: it is only cleared after the parameter which has been reported as changed, has been polled by the PC.

10.3.1. Bits of the diagnostic byte

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
reserved	reserved	reserved	reserved	VDD_MIN	VDD_MAX	DEV_LIV	PAR_CHA



10.3.2. Individual bits of the diagnostic byte

PAR_CHA	0=No parameter has been changed on the device 1=A parameter has been changed on the device. Synchronization between PC display and device required. Polling of the changed parameter by the PC required.
DEV_LIV	Is always one and serves as a possibility for the function detection of the device
VDD_MAX	1=Supply voltage too high
VDD_MIN	1= Supply voltage too low

10.4. Connection Detection Between PC and Device

After the program start, the PC regularly sends a recognition code (device identification) to the device via the COM port. (I.e., polling the diagnostics byte)

For convenience, the software on the PC should open all available COM ports one after the other and send the device identification. As soon as this is recognized by the device, it responds preferably in the specified format (5 bytes in total) with an acknowledgement code. The PC then completes the recognition process and keeps the port open.

If the USB cable is disconnected, the PC recognizes the lack of response by regularly polling the diagnostic byte and therefore starts sending the recognition code again. The detection procedure can thus start over again.

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Polling frequency	100		1000	ms

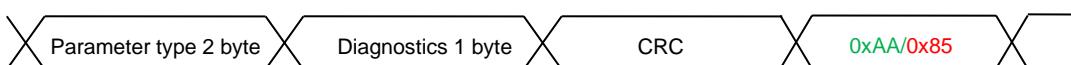
10.5. Synchronization Between Device and User Software on PC

In addition to pure remote control via a PC, it is also possible to keep the parameter displayed on the PC permanently synchronized with the settings on the device, regardless of where changes are made.

All parameters can be set on the device without the aid of a PC. However, if a PC is coupled to the instrument at the same time, settings made on the instrument are not automatically transmitted to the PC due to the master-slave principle.

To keep the settings on the PC synchronized with the settings on the device, the PC must poll these at regular intervals.

For this purpose, the PC requests the diagnostic byte from the device. Bit 0 (PAR_CHA) represents a flag that indicates whether a setting has been changed on the device. If the value is a logical "1", a parameter has been changed on the device. In such a case the first two bytes contain the information which parameter was changed:



The parameter type of the message from the device to the PC corresponds exactly to the command code that was used to change the parameter. This makes it easy to extract exactly what was changed. The data stream starts with the MSB and since the commands are only one byte long, the first byte of the response is always 0 when the diagnostics are requested.

If no parameter has been changed, the response to the diagnostic request looks as follows:



In a subsequent step, the PC responds by requesting the new value of the changed parameter from the device using the commands shown in Table 6-1.



After a short delay, the device returns the value of the changed parameter. Depending on the parameter, this can be up to three bytes long.

Finally, after sending the parameter value, the flag in the diagnostic byte is set to 0 again.

10.6. Initial Synchronization When Connecting a PC

If a PC is connected for the first time after powering on the device, all setting of the device are unknown to the PC and different from the initial values on the PC.

As soon as the presence of a device is recognized, all parameters are polled one after the other in order to synchronize them with the values on the PC. After that, the PC only needs to poll for a parameter change on the device, as described in chapter 5.

Polling a parameter is done in a similar way as transmitting a parameter, with a small difference that an offset is simply added to the original command code.

For example, if the command to transmit the resistance value is 0x20, the command to read this data back from the device is 0xA0. The offset is 0x80.

This scheme results in the following command list, which is used to read out the parameters:

Command	Instruction code	Data range
Resistance value	0xA0	1...1.000.000
Poll memory 1	0xA1	1...1.000.000
Poll memory 1	0xA2	1...1.000.000
Poll memory 1	0xA3	1...1.000.000
Poll memory 1	0xA4	1...1.000.000
Poll memory 1	0xA5	1...1.000.000
Poll step size	0xA6	0...4

Table 10-1 List of commands for retrieving parameters

As already described in chapter 5, the response of the device always looks like this:



Example of a parameter change (resistance value change):

The PC requests the diagnostic code and sends: 0x70, 3 times 0x0 and finally the CRC.
The device answers with: 0x0, 0x20, 0x3, CRC and 0xAA.

Now the PC polls the new value with 0xA0, 3 times 0x0 and CRC and receives the new resistance value followed by CRC and 0xAA as response.

11. Remote control via Modbus

In the version with Modbus interface, this device is configured as a slave. This means that all settings for the Modbus parameters follow the specifications of the master.

11.1. Communication parameter settings

All Modbus communication settings can be modified only when powering up the device. To start, the device must be unpowered first.

After, press and keep the rotary knob on the top pressed while you turn on the power supply of the device.

Instead of starting with the default menu, the device shows all Modbus communication parameters now.



Turning the knob takes you to the parameter to be adjusted. The current selection is indicated by the ">" symbol in front of the parameter.

When the knob is pressed, the parameter can be changed. Pressing it again exits the setting and you can move on to another parameter.

In this way, you can set the device address (1...247), the transmission speed and the parity.

At the end, go to the lowest menu item to save and exit the Modbus settings.

11.2. Commands and Parameter

Please note:

! If the device is adjusted manually and the menu is not at the top level, the device would not react to commands via Modbus. Although the commands are received and responded to, they take no effect. Manual operation on the device therefore has priority and can prevent access via Modbus.

Only four remote control functions are implemented:

1. Write resistance value
2. Read resistance value
3. Save device setup
4. Load device setup

These commands are issued by sending function codes

Command	Function code	Register address	Range of values
Write resistance value	16 (0x10)	0,1	1...1.000.000
Read resistance value	03 (0x3)	0,1	1...1.000.000
Save device setup	05 (0x5)	2	0 / 255 (0x0/0xFF)
Load device setup	05 (0x5)	1	0 / 255 (0x0/0xFF)

Example command string for setting a new resistance value (with assumed slave address 0x09 and a resistance of 123456Ω. In brackets: CRC):

0x09 0x10 0x00 0x00 0x00 0x02 0x04 0x00 0x01 0xE2 0x40 (0x5F 0xC1)

Holding Register

Address	Value	Name of parameter	Type
0	Bit 8...15	Resistance value	UINT16
1	Bit 0...7	Resistance value	UINT16

Coils

Address	Value	Name of parameter	Type
0		Load setup	Boolean
1		Save setup	Boolean



12. Explanations of Resistance Series

The device can set the resistance in 1Ω steps or in steps according to standard series. The correlation of the coding for the command transmission is shown in the following table:

Code for step size	Step size
0	1Ω
1	E12
2	E24
3	E48
4	E96

The values for the E series can either be taken from a look-up table or calculated. They result from the respective tolerances of the series.

The number behind the "E" indicates how many different values are within a decade. Following the logic, the starting value is 1 and this is multiplied by a constant. The result is then multiplied again and again by the same constant until the result has increased by a factor of 10.

The subsequent decades are being calculated always according to the same scheme.

The calculation of the constant results from the x-th root of 10.

$$k = \sqrt[x]{10} \quad \text{or} \quad k = 10^{\frac{1}{x}}$$

X represents 12, 24, 48 or 96.

Unfortunately, the rounding of the values does not follow a mathematically exact rule and was never changed later because the figures were already widely spread and in use.

Therefore, the realization as a look-up table is simpler.

User Manual Resistance Decade Box RD10
12 Explanations of Resistance Series



E12 (10%)	E24 (5%)	E48 (2%)	E96 (1%)	E12 (10%)	E24 (5%)	E48 (2%)	E96 (1%)
1.0	1.0	1.00	1.00	3.3	3.3	3.32	3.32
		1.02	1.02			3.40	3.40
		1.05	1.05		3.6	3.48	3.48
		1.07	1.07			3.57	3.57
	1.1	1.10	1.10		3.9	3.65	3.65
		1.13	1.13			3.74	3.74
		1.15	1.15		4.3	3.83	3.83
		1.18	1.18			4.02	4.02
1.2	1.2	1.21	1.21	4.7	4.7	4.12	4.12
		1.24	1.24			4.22	4.22
	1.3	1.27	1.27		5.1	4.32	4.32
		1.30	1.30			4.42	4.42
		1.33	1.33		5.6	4.53	4.53
		1.37	1.37			4.64	4.64
	1.4	1.40	1.40		6.2	4.75	4.75
		1.43	1.43			4.87	4.87
		1.47	1.47		6.8	4.99	4.99
		1.50	1.50			5.11	5.11
1.5	1.5	1.54	1.54		7.5	5.23	5.23
		1.58	1.58			5.36	5.36
	1.6	1.62	1.62		8.2	5.49	5.49
		1.65	1.65			5.62	5.62
		1.69	1.69		9.1	5.76	5.76
		1.74	1.74			5.90	5.90
	1.8	1.78	1.78		6.19	6.04	6.04
		1.82	1.82			6.34	6.34
		1.87	1.87		6.49	6.49	6.49
		1.91	1.91			6.65	6.65
1.8	2.0	1.96	1.96		6.81	6.81	6.81
		2.00	2.00			7.15	7.15
		2.05	2.05		7.50	7.32	7.32
		2.10	2.10			7.50	7.50
	2.2	2.15	2.15		7.87	7.68	7.68
		2.21	2.21			7.87	7.87
		2.26	2.26		8.25	8.06	8.06
		2.32	2.32			8.45	8.45
2.7	2.4	2.37	2.37		8.66	8.25	8.25
		2.43	2.43			8.66	8.45
		2.49	2.49		9.09	8.66	8.66
		2.55	2.55			9.31	8.87
	2.7	2.61	2.61		9.53	9.09	9.09
		2.67	2.67			9.53	9.31
		2.74	2.74		9.53	9.53	9.53
		2.80	2.80			9.76	9.76
	3.0	2.87	2.87		9.1	9.76	9.76
		2.94	2.94			9.1	9.1
		3.01	3.01		9.1	9.09	9.09
		3.09	3.09			9.31	9.31
		3.16	3.16		9.1	9.53	9.53
		3.24	3.24			9.53	9.76

Figure 12-1 E Series according to IEC 60063:2015



13. Technical Data

13.1. Electrical parameters

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Power supply voltage range	9		26	VDC
Power consumption		4	6	W
Power dissipation, simulated resistance RD10-01 (RD10-02)	0.25 (0.5)			W
Simulated resistance accuracy	-1	±0.5	+1	Ω
Accuracy of resistors			±0.1	%
Differential nonlinearity			±0.05	%
Temperature coefficient of resistors RD10-01 (RD10-02)		50 (25)		ppm/K
Rated voltage of resistors used		250		V

13.2. Miscellaneous

Parameter	Value
Operating temperature	-10°C...+60°C
Enclosure material	Aluminum, ABS
Dimensions	Approx. 173x103x35mm
Weight	Approx. 390g

14. Device Disposal

The use of the symbol indicates that this device may not be treated as household waste. By ensuring this device is disposed of correctly, you will help prevent potential negative consequences for the environment and human health, which could otherwise be caused by inappropriate waste handling of this device. For more detailed information about recycling of this device, please contact us, your local city office, your household waste disposal service or the shop where you purchased the device.



15. CE Declaration of Conformity

Manufacturer: HSE Lorand d'Ouvenou
Hermann-Köhl-Str. 3
D-93049 Regensburg



Product name: Widerstandsdekade RD10 /
Resistance decade box RD10
Product-Type: RD10-01 / RD10-02

The manufacturer confirms that the above-mentioned device is in compliance with the directives below:

- EMC directive 2014/30/EC
- RoHS 2011/65/EC

Date: 29.10.2020

Signature

Lorand d'Ouvenou, Managing Director

Version 1.2

www.breakout-box.com
Subject to change without notice