

## Lade- und Entladeapparat

1017781 (230 V, 50/60 Hz)

1017780 (115 V, 50/60 Hz)

### Bedienungsanleitung

01/14 ALF



- |   |                                   |   |                                       |
|---|-----------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | Funktionsschalter Laden/ Entladen | 5 | Anzeige Digitalzähler                 |
| 2 | Anschluss für externen Widerstand | 6 | Stufenschalter für Vergleichsspannung |
| 3 | Anschluss externer Kondensator    | 7 | Wahlschalter für R/C-Paar             |
| 4 | Anschluss Steckernetzgerät        | 8 | Reset-Taste für Digitalzähler         |

### 1. Sicherheitshinweise

Der Lade- und Entladeapparat entspricht den Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte nach DIN EN 61010 Teil 1. Er ist für den Betrieb in trockenen Räumen vorgesehen, die für elektrische Betriebsmittel geeignet sind.

Bei bestimmungsgemäßem Gebrauch ist der sichere Betrieb des Gerätes gewährleistet. Die Sicherheit ist jedoch nicht garantiert, wenn das Gerät unsachgemäß bedient oder unachtsam behandelt wird.

Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist (z.B. bei sichtbaren Schäden), ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu setzen.

- Gerät nur in trockenen Räumen benutzen.
- Nur mit dem mitgelieferten Steckernetzgerät in Betrieb nehmen.

## 2. Beschreibung

Der Lade- und Entladeapparat dient zur punktuweisen Aufzeichnung der Lade- und Entladekurven von drei internen oder von externen Widerstands-/ Kondensator-Paaren bzw. zur Bestimmung der internen oder externen Widerstände und Kapazitäten. Es besteht aus einem Spannungskomparator, einem Digitalzähler zur Messung der Lade- bzw. Entladezeit und drei Widerstands-Kondensator-Paaren.

Der Spannungskomparator vergleicht die Lade- bzw. Entladespannung des Kondensators mit einer Vergleichsspannung, die in 11 Stufen von 0,5 V bis 9,5 V vorgewählt werden kann.

Sobald der Funktionsschalter in die Stellung START-CHARGE oder DISCHARGE gebracht wird, startet der Digitalzähler und stoppt, wenn die eingestellte Vergleichsspannung erreicht wird. Zuvor wird der Digitalzähler durch die RESET-Taste auf Null gesetzt. Ohne Reset arbeitet der Digitalzähler als Summierzähler.

Aus drei internen Widerständen und einer Kapazität können drei RC-Paare gebildet werden, die über die Schalterstellungen INTERN 1, INTERN 2 und INTERN 3 erreicht werden. Die Stellung EXTERN verbindet den Spannungskomparator mit den Anschlussbuchsen für externe Widerstände und Kondensatoren.

Dem Lade- und Entladeapparat 1017781 liegt ein Steckernetzgerät für eine Netzspannung von 230 V ( $\pm 10\%$ ) bei, 1017780 für 115 V ( $\pm 10\%$ ).

## 3. Technische Daten

Interne Kapazität:	2000 $\mu\text{F}$ $\pm 10\%$
Interne Widerstände:	2,2 k $\Omega$ , 5,1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$
Spannung $U_0$ :	10 V
Digitalzähler:	4-stellig, quartzgesteuert, 1 Kommastelle
Maximalzeit:	200 s
Auflösung:	100 ms
Stromversorgung:	über Steckernetzgerät 12 V AC, 2000 mA
Abmessungen:	ca. 260 x 220 x 55 mm <sup>3</sup>
Masse inkl. Steckernetzgerät:	ca. 1700 g

## 4. Zubehör

Zur Messung externer Widerstände und Kapazitäten sind folgende Steckelemente empfehlenswert:

Kondensator 1000 $\mu\text{F}$	1017806
Widerstand 4,7 k $\Omega$	1012920
Widerstand 10 k $\Omega$	1012922
Widerstand 22 k $\Omega$	1012924

## 5. Allgemeine Hinweise

In den Schalterstellungen INTERN 1, INTERN 2 oder INTERN 3 ist der interne Kondensator mit den Eingangsbuchsen für die externe Kapazität verbunden.

- Bei Messungen an den internen RC-Paaren keine externen Kapazitäten anschließen.

Die gemessene Lade- bzw. Entladezeit wird durch Prellzeiten beeinflusst, die durch eine unsichere Hand beim Drehen des Funktionsschalters vergrößert werden.

- Funktionsschalters zügig drehen.
- Zur genaueren Zeitbestimmung ggf. jede Messung mindestens dreimal durchführen und daraus den Mittelwert bilden.
- Nur externe R/C-Paare wählen, deren Zeitkonstante  $R \cdot C > 4\text{ s}$  ist.

## 6. Bedienung

### 6.1 Inbetriebnahme

- Lade- und Entladeapparat über das mitgelieferte Steckernetzgerät ans Netz anschließen.

### 6.2 Messung an internen Widerstands-/ Kondensator-Paaren

- Externe Widerstände und Kondensatoren entfernen.
- Wahlschalter auf INTERN 1, INTERN 2 oder INTERN 3 stellen.

### 6.3 Messung an externen Widerstands-/ Kondensator-Paaren

- Externem Widerstand und externen Kondensator aufstecken.
- Wahlschalter auf EXTERN stellen.



Fig. 1 Messung an externem Widerstands-/ Kondensator-Paar

### 6.4 Messung der Ladezeit

- Funktionsschalter in die Stellung CHARGE – STOP bringen.
- Stufenschalter auf gewünschten Wert stellen.
- Taste RESET kurz drücken, um den Digitalzähler auf Null zu setzen.
- Funktionsschalter in die Stellung CHARGE – START bringen, um das Aufladen und die Zeitmessung zu starten.
- Gemessene Zeit notieren, sobald der Zähler stoppt.

### 6.5 Messung der Entladezeit

- Sinngemäß wie bei der Ladekurve vorgehen, den Funktionsschalter jedoch in die Stellung DISCHARGE – STOP bzw. DISCHARGE – START bringen.

## 7. Experimente

### 7.1 Aufnahme der Ladekurve

- Stufenschalter auf 0,5 V stellen und Ladezeit gemäß 6.4 bestimmen.
- Zur Messung des nächsten Wertes den Stufenschalter eine Stufe weiterdrehen und alle Schritte wiederholen.

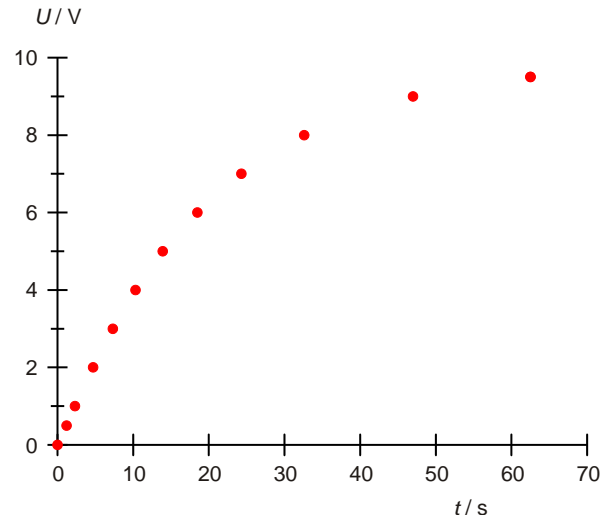


Fig. 2 Ladekurve des internen RC-Paares 3

### 7.2 Aufnahme der Entladekurve

- Stufenschalter auf 9,5 V stellen und Entladezeit gemäß 6.5 bestimmen.
- Zur Messung des nächsten Wertes den Stufenschalter eine Stufe weiterdrehen und alle Schritte wiederholen.

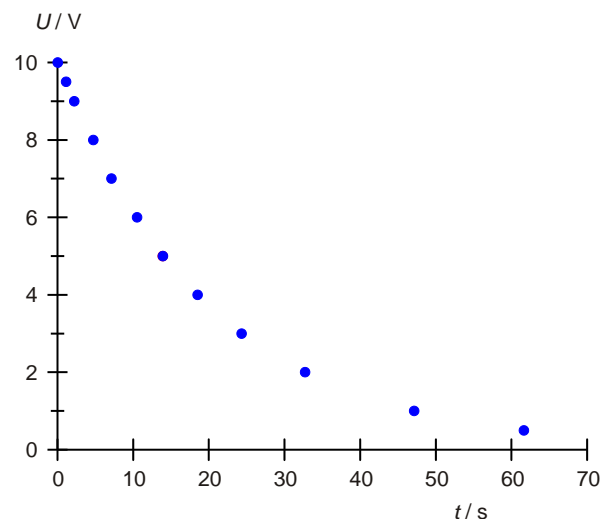


Fig. 3 Entladekurve des internen RC-Paares 3

### 7.3 Bestimmung der beteiligten Kapazitäten oder der Widerstände

Die theoretischen Werte der Entladezeit  $\tau_{DC}$  für 0,5 V und der Ladezeit  $\tau_C$  für 9,5 V sind gleich. In beiden Fällen gilt

$$\tau_C = \tau_{DC} = t_{5\%} = -C \cdot R \cdot \ln(20) \approx 3 \cdot C \cdot R.$$

Ist entweder  $R$  oder  $C$  bekannt, so lässt sich der jeweils andere Werte aus  $\tau$  berechnen. Eine größere Messgenauigkeit für  $\tau$  lässt sich wie folgt erreichen:

- Dreimal die Entladezeit  $\tau_{DC}$  für 0,5 V messen und deren Mittelwert bestimmen.
- Dreimal die Ladezeit  $\tau_C$  für 9,5 V messen und deren Mittelwert bestimmen.
- Mittelwert  $t_{5\%} = \frac{1}{2}(\tau_C + \tau_{DC})$  aus beiden

Mittelwerten bilden.

### 7.4 Bestimmung der Kapazität $C$ eines externen Kondensators

- Bekannten externen Widerstand  $R_e$  mit mindestens 10 k $\Omega$  und zu untersuchenden externe Kapazität  $C_e$  aufstecken.
- Wahlschalter auf EXTERN stellen.
- Zeit  $t_{5\%}$  gemäß 7.3 bestimmen.
- Externe Kapazität berechnen:  $C_e = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot R_e}$

### 7.5 Bestimmung der Kapazität $C_i$ des internen Kondensators

- Wahlschalter auf INTERN 3 stellen.
- Zeit  $\tau_1$  gemäß 7.3 bestimmen.
- Externe Kapazität  $C_e$  aufstecken.
- Zeit  $\tau_2$  gemäß 7.3 bestimmen.

Es gilt:  $\tau_1 = 3 \cdot C_i \cdot R_3$ ,  $\tau_2 = 3 \cdot (C_i + C_e) \cdot R_3$

$$\text{Also: } \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{C_i + C_e}{C_i} = 1 + \frac{C_e}{C_i}$$

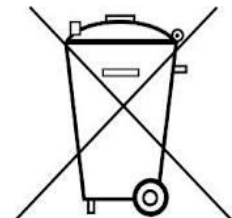
$$\text{bzw. } \frac{C_i}{C_e} = \frac{\tau_1}{\tau_2 - \tau_1}$$

### 7.6 Bestimmung der internen Widerstände

- Wahlschalter auf INTERN 1, INTERN 2 oder INTERN 3 stellen.
- Zeit  $t_{5\%}$  gemäß 7.3 bestimmen.
- Internen Widerstand berechnen:  $R_i = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot C_i}$ .

## 8. Aufbewahrung, Reinigung, Entsorgung

- Gerät an einem sauberen, trockenen und staubfreien Platz aufbewahren.
- Vor der Reinigung Gerät von der Stromversorgung trennen.
- Zur Reinigung keine aggressiven Reiniger oder Lösungsmittel verwenden.
- Zum Reinigen ein weiches, feuchtes Tuch benutzen.
- Die Verpackung ist bei den örtlichen Recyclingstellen zu entsorgen.
- Sofern das Gerät selbst verschrottet werden soll, so gehört dieses nicht in den normalen Hausmüll. Es sind die lokalen Vorschriften zur Entsorgung von Elektroschrott einzuhalten.



## Charge and Discharge Apparatus

1017781 (230 V, 50/60 Hz)

1017780 (115 V, 50/60 Hz)

### Instruction manual

01/14 ALF



- |   |                                   |   |   |
|---|-----------------------------------|---|---|
| 1 | Charge/discharge function switch  | 5 | Digital counter display                         |
| 2 | Terminals for external resistor   | 6 | Switch for selecting level of reference voltage |
| 3 | Terminals for external capacitor  | 7 | Selector switch for R/C pair                    |
| 4 | Terminal for plug-in power supply | 8 | Reset button for digital counter                |

### 1. Safety instructions

The charge and discharge apparatus conforms to safety regulations for measuring instruments, control systems and laboratory equipment as specified in DIN EN 61010 part 1. It is designed for use in dry rooms suitable for operation of electrical equipment.

Safety of the equipment can be guaranteed as long as it is used as stipulated. Safety is not, however, assured if the equipment is not used properly or is handled carelessly.

If it may be concluded that it is no longer safe to use the equipment without risk (e.g. if there is visible damage to it), it should be withdrawn from use immediately.

- Only use the equipment in dry rooms.
- Only use with the plug-in power supply provided.

## 2. Description

The charge and discharge apparatus is designed for recording points along a charging and discharging curve for three built-in resistor-capacitor pairings or similar external pairings. It can also be used to determine the values of the resistors and capacitors used. The equipment consists of a voltage comparator, a digital counter for measuring the charging or discharging time and three internal resistor-capacitor pairs.

The voltage comparator compares the charging or discharging voltage across the capacitor with a reference voltage, which can be pre-set to any of 11 levels from 0.5 V to 9.5 V.

Once the function switch is set to START-CHARGE or DISCHARGE, the digital counter starts counting until the set reference voltage is reached, at which point it stops. Prior to this, the digital counter is set to zero by means of the RESET button. If it is not reset, the counter works by adding times together.

Three RC pairs can be formed from the three built-in resistors and the internal capacitor, selected via INTERN 1, INTERN 2 and INTERN 3. There is also an EXTERN setting which connects the voltage comparator to the terminals for external resistors and capacitors.

Charge and discharge apparatus 1017781 is provided with a plug-in power supply for 230 V ( $\pm 10\%$ ), whereas model 1017780 has one for 115 V ( $\pm 10\%$ ).

## 3. Technical data

Internal capacitor:	2000 $\mu\text{F}$ $\pm 10\%$
Internal resistors:	2.2 k $\Omega$ , 5.1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$
Voltage $U_0$ :	10 V
Digital counter:	4-digit, quartz-controlled, 1 place of decimal
Maximum time:	200 s
Resolution:	100 ms
Power supply:	Plug-in supply, 12 V AC, 2000 mA
Dimensions:	260 x 220 x 55 mm
Weight (incl. power supply)	1700 g

## 4. Accessories

For carrying out measurements on external resistors and capacitors, the following plug-in components are recommended:

Capacitor, 1000 $\mu\text{F}$	1017806
Resistor, 4.7 k $\Omega$	1012920
Resistor, 10 k $\Omega$	1012922
Resistor, 22 k $\Omega$	1012924

## 5. General instructions

When the selector switch is set to INTERN 1, INTERN 2 or INTERN 3, the internal capacitor will be connected to the terminals used for an external capacitor.

- Do not connect an external capacitor when carrying out measurements on the internal RC pairs.

The charging and discharging times measured are affected by bounce periods, which can be made worse if the charge/discharge switch is turned tentatively.

- Always turn the switch quickly.
- To determine the time more accurately, it may be advisable to carry out each measurement at least three times and take the average.
- Only choose external RC pairings which have a time constant  $R \cdot C > 4 \text{ s}$ .

## 6. Operation

### 6.1 Turning on

- Connect the charge and discharge apparatus to the mains via the plug-in power supply provided.

### 6.2 Measurements on internal resistor-capacitor pairs

- Remove any external resistors or capacitors.
- Set the selector knob to INTERN 1, INTERN 2 or INTERN 3.

### 6.3 Measurements on external resistor-capacitor pairs

- Plug an external resistor and capacitor into the relevant terminals.
- Set the selector knob to EXTERN.



Fig. 1 Measurement on an external resistor-capacitor pair

### 6.4 Measurement of charging time

- Set the function switch to CHARGE – STOP.
- Set the reference level selector to the required voltage.
- Briefly press the the RESET button to reset the digital counter to zero.
- Set the function switch to CHARGE – START, to start charging and measurement of time.
- Make a note of the time measured as soon as the counter stops.

### 6.5 Measurement of discharging time

- Follow a similar procedure as for the charging curve, except that the function switch should be set to DISCHARGE – STOP and then DISCHARGE – START.

## 7. Experiments

### 7.1 Plotting of charging curve

- Set the voltage level selector to 0.5 V and determine the charging time as specified under 6.4.
- To measure the time for the next value, turn the selector switch up to the next level and repeat each step of the procedure.

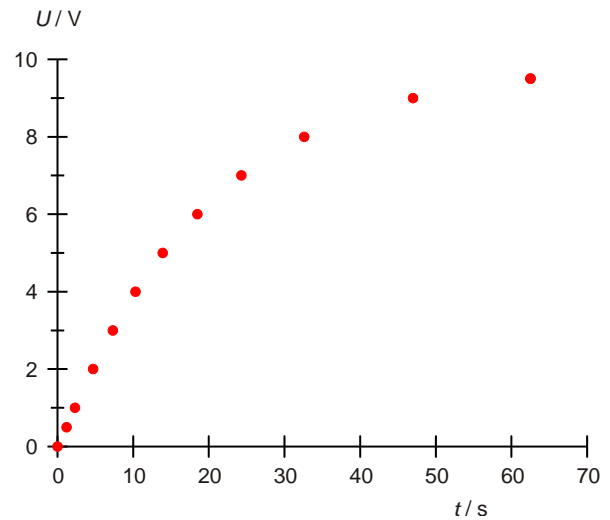


Fig. 2 Charging curve for built-in RC pair no. 3

### 7.2 Plotting of discharging curve

- Set the voltage level selector to 9.5 V and determine the discharging time as specified under 6.5.
- To measure the time for the next value, turn the selector switch down to the next level and repeat each step of the procedure.

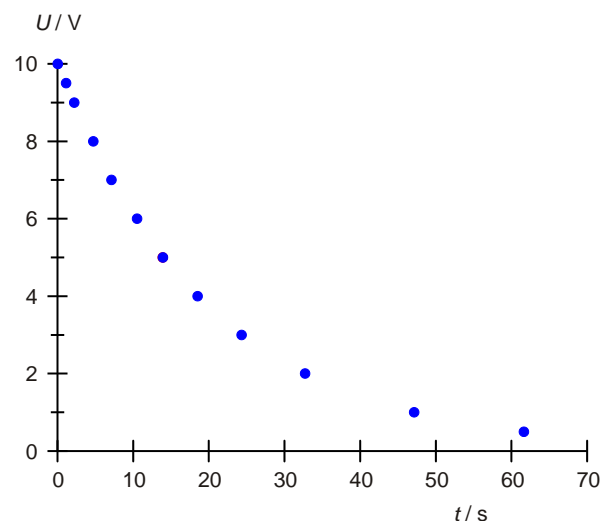


Fig. 3 Discharging curve for built-in RC pair no. 3

### 7.3 Determining the values of the capacitors and resistor being used

Theoretically the discharging time  $\tau_{DC}$  for 0.5 V and the charging time  $\tau_C$  for 9.5 V are identical. In both cases, the following applies:

$$\tau_C = \tau_{DC} = t_{5\%} = -C \cdot R \cdot \ln(20) \approx 3 \cdot C \cdot R.$$

If either  $R$  or  $C$  is known, then the other value can be calculated from  $\tau$ . It is possible to obtain greater accuracy for  $\tau$  by the following means:

- Measure the discharge time  $\tau_{DC}$  for 0.5 V three times and take the average of the results.
- Measure the charging time  $\tau_C$  for 9.5 V three times and take the average of the results.
- Take the average  $t_{5\%} = \frac{1}{2}(\tau_C + \tau_{DC})$  of the average values for charging and discharging.

### 7.4 Determining the capacitance $C$ of an external capacitor

- Plug in a known resistor  $R_e$  of no less than 10 k $\Omega$  along with the capacitor for which the capacitance  $C_e$  is to be determined
- Set the selector switch to EXTERN.
- Measure the time  $t_{5\%}$  as specified under 7.3.
- Calculate the capacitance of the external capacitor:  $C_e = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot R_e}$

### 7.5 Determining the capacitance $C_i$ of the internal capacitor

- Set the selector switch to INTERN 3.
- Measure the time  $\tau_1$  as specified under 7.3.
- Plug in an external capacitor  $C_e$ .
- Measure the time  $\tau_2$  as specified under 7.3.

The following is now true:

$$\tau_1 = 3 \cdot C_i \cdot R_3, \quad \tau_2 = 3 \cdot (C_i + C_e) \cdot R_3$$

$$\text{Therefore: } \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{C_i + C_e}{C_i} = 1 + \frac{C_e}{C_i}$$

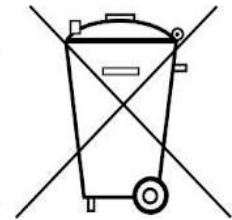
$$\text{or } \frac{C_i}{C_e} = \frac{\tau_1}{\tau_2 - \tau_1}$$

### 7.6 Determining the values of the internal resistors

- Set the selector switch to INTERN 1, INTERN 2 or INTERN 3.
- Measure the time  $t_{5\%}$  as specified under 7.3.
- Calculate the resistance of the respective internal resistor:  $R_i = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot C_i}$ .

## 8. Storage, cleaning and disposal

- Keep the equipment in a clean, dry and dust-free place.
- Always disconnect the equipment from the mains before cleaning.
- Do not use aggressive cleaning agents or solvents to clean the equipment.
- Use a soft damp cloth for cleaning.
- Packaging should be disposed of at a local recycling facility.
- Should you need to dispose of the equipment itself, never throw it away in normal domestic waste. Local regulations for the disposal of electrical equipment will apply.





## Aparato de carga y descarga

1017781 (230 V, 50/60 Hz)

1017780 (115 V, 50/60 Hz)

### Instrucciones de uso

01/14 ALF



- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Conmutador funcional – Cargar / Descargar       | 5 | Indicación – Contador digital                     |
| 2 | Conexión para resistencia externa               | 6 | Conmutador escalonado para tensión de comparación |
| 3 | Conexión para condensador externo               | 7 | Conmutador selector para combinación de R/C       |
| 4 | Conexión para fuente de alimentación enchufable | 8 | Tecla de puesta a cero del contador digital       |

### 1. Advertencias de seguridad

El aparato de carga y descarga responde a las determinaciones de seguridad para aparatos de medida, de control de regulación y de aparatos de laboratorios según DIN EN 61010 Parte 1. Éste ha sido diseñado para el trabajo en recintos secos apropiados para medios de trabajo eléctricos.

Si se usa de acuerdo con su destinación específica se garantiza el funcionamiento seguro del aparato. Por otro lado, la seguridad no se garantiza cuando el aparato es manejado en forma inapropiada o sin el cuidado correspondiente.

Cuando es de suponer que el trabajo sin peligro no es posible (p. ej. en caso de daños visibles) el aparato se debe poner fuera de servicio inmediatamente.

- Se utiliza el aparato sólo en recintos secos.
- Poner en funcionamiento sólo con la fuente de alimentación enchufable entregada con el aparato.

## 2. Descripción

El aparato de carga y descarga sirve para el registro punto a punto de las curvas de carga y descarga de tres combinaciones de resistencia-condensador internos o de combinaciones de resistencias y condensadores externos. Se compone de un comparador de tensiones, un contador digital para medir el tiempo de carga resp. de descarga y de tres combinaciones de resistencia-condensador.

El comparador de tensiones compara la tensión de carga resp. de descarga del condensador con una tensión de comparación que se puede seleccionar previamente en 11 escalones desde 0,5 V hasta 9,5 V.

Al ajustar el conmutador funcional en la posición START-CHARGE o en la DISCHARGE, inmediatamente se pone en marcha el contador digital y se detiene cuando se llega a la tensión de comparación fijada previamente. Antes se pone en cero el contador digital pulsando la tecla RESET. Sin la puesta a cero, el contador digital funciona como contador sumador.

Con tres resistencias internas y un capacitor se pueden realizar tres combinaciones RC, a las cuales se puede acceder por medio de las posiciones del conmutador conectado en una de las posiciones de conmutador INTERN 1, INTERN 2 e INTERN 3. La posición EXTERN conecta el comparador de tensiones con los casquillos de conexión para las resistencias externas y los condensadores externos.

Junto con el aparato de carga y descarga 1017781 se entrega una fuente de alimentación para la tensión de red 230 V ( $\pm 10\%$ ), el 1017780 lleva una para 115 V ( $\pm 10\%$ ).

## 3. Datos técnicos

Capacidad interna:	2000 $\mu\text{F} \pm 10\%$
Resistencias internas:	2,2 k $\Omega$ , 5,1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$
Tensión $U_0$ :	10 V
Contador digital	De 4 cifras, controlado por cuarzo, 1 posición después de la coma
Tiempo máximo:	200 s
Resolución:	100 ms
Suministro de corriente:	Por Fuente de alimentación enchufable 12 V CA, 2000 mA
Dimensiones:	aprox. 260x220x55 mm <sup>3</sup>
Masa incl. fuente de alimentación:	aprox. 1700 g

## 4. Accesorios

Para la medición con resistencias y condensadores externos, se recomiendan los siguientes elementos enchufables:

Condensador 1000 $\mu\text{F}$	1017806
Resistencia 4,7 k $\Omega$	1012920
Resistencia 10 k $\Omega$	1012922
Resistencia 22 k $\Omega$	1012924

## 5. Observaciones generales

En las posiciones del conmutador: INTERN 1, INTERN 2 o INTERN 3 el condensador interno está conectado con los casquillos de entrada para la capacitancia externa.

- Al medir con las combinaciones de RC internas, no se deben conectar capacidades externas.

Los tiempos de carga y descarga medidos pueden estar influidos por tiempos de rebote, los cuales pueden ser alargados por una mano insegura al girar el conmutador funcional.

- El conmutador funcional se gira con cierta rapidez
- Para la determinación más exacta de los tiempos, si es necesario, se realizan por lo menos tres mediciones y se determina el valor medio.
- Se seleccionan solo combinaciones de R/C externas cuya constante de tiempo sea  $R \cdot C > 4 \text{ s}$ .

## 6. Manejo

### 6.1 Puesta en funcionamiento

- El aparato de carga y descarga se conecta a la red por medio de la fuente de alimentación enchufable que se entrega con él.

### 6.2 Medición con las combinaciones de resistencia/condensador internas

- Se desconectan resistencias y condensadores externos.
- El conmutador funcional se ajusta ya sea en INTERN 1, INTERN 2 ó en INTERN 3.

### 6.3 Medición con combinaciones de condensador/resistencia externa

- Se enchufan la resistencia y el condensador externos.
- Se ajusta el conmutador funcional en EXTERN.



Fig. 1 Medición de combinación Resistencia / condensador externa.

### 6.4 Medición del tiempo de carga

- Se ajusta el conmutador funcional en la posición CHARGE – STOP.
- Se ajusta el conmutador escalonado en el valor deseado.
- Se hace un pulso breve sobre la tecla RE-SET, para poner en cero el contador digital.
- Se lleva el conmutador funcional a la posición CHARGE – START, para iniciar la carga y la medición del tiempo.
- Se anota el tiempo medido después de que el contador se detenga.

### 6.5 Medición del tiempo de descarga

Análogamente como se hizo con la curva de carga, el conmutador funcional se lleva en este caso a la posición DISCHARGE – STOP resp. DISCHARGE – START.

## 7. Experimentos

### 7.1 Registro de la curva de carga

- Se ajusta el conmutador escalonado en 0,5 V se determina el tiempo de carga según el punto 6.4.
- Para la medición del siguiente valor, el conmutador escalonado se ajusta en el escalón siguiente y se repiten todos los pasos.

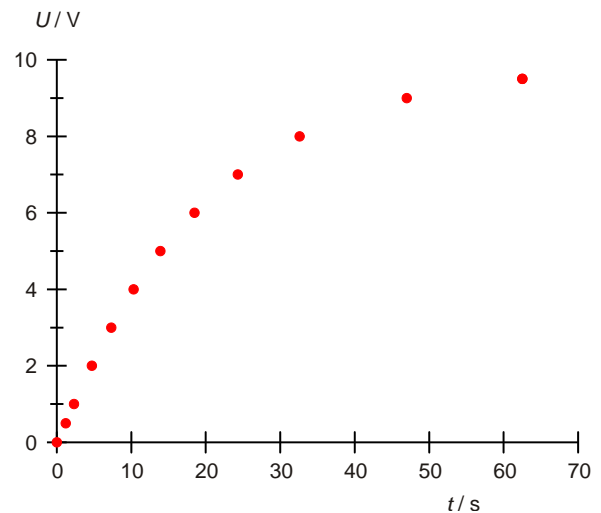


Fig. 2 Curva de carga de la combinación RC 3

### 7.2 Registro de la curva de descarga

- El conmutador escalonado se ajusta en 9,5 V y se determina el tiempo de descarga según el punto 6.5.
- Para la medición del siguiente valor se lleva el conmutador escalonado a la siguiente posición y se repiten todos los pasos.

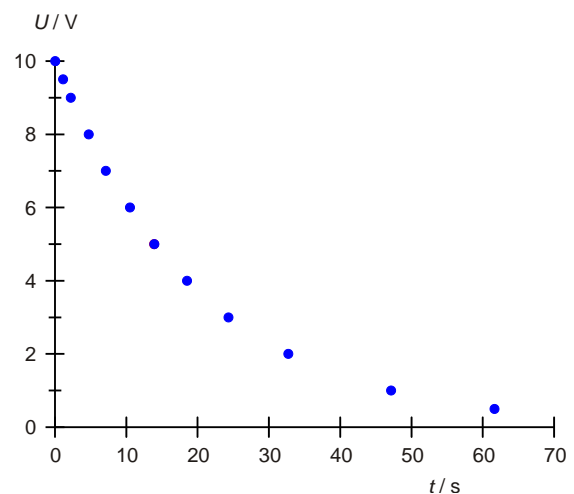


Fig. 3 Curva de descarga de la combinación RC 3

### 7.3 Determinación de las capacidades resp. de las resistencias que forman parte

Los valores teóricos para el tiempo de descarga  $\tau_{DC}$  para 0,5 V y el tiempo de carga  $\tau_C$  para 9,5 V son iguales. En ambos casos es válido:

$$\tau_C = \tau_{DC} = t_{5\%} = -C \cdot R \cdot \ln(20) \approx 3 \cdot C \cdot R.$$

Si se conoce ya sea  $R$  resp.  $C$  se puede calcular cada vez el otro valor a partir del valor de  $\tau$ . Una mayor exactitud de medida para  $\tau$  se puede lograr de la siguiente forma:

- Se mide tres veces el tiempo de descarga  $\tau_{DC}$  para 0,5 V y se determina el valor medio.
- Se mide tres veces el tiempo de carga  $\tau_C$  para 9,5 V y se determina el valor medio.
- Se calcula el valor medio  $t_{5\%} = \frac{1}{2}(\tau_C + \tau_{DC})$  para ambos valores medios.

### 7.4 Determinación de la capacidad $C$ de un condensador externo

- Se enchufan, una resistencia externa de valor conocido  $R_e$  de por lo menos 10 k $\Omega$  y la capacidad  $C_e$  a ser estudiada.
- El conmutador selector se fija en EXTERN.
- Se determina el tiempo  $t_{5\%}$  de acuerdo con el 7.3.
- Se calcula la capacidad externa según:

$$C_e = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot R_e}$$

### 7.5 Determinación de la capacidad interna $C_i$ del condensador interno

- El conmutador selector se fija en INTERN 3.
- Se determina el tiempo  $\tau_1$  de acuerdo con el punto 7.3.
- Se enchufa la capacidad externa  $C_e$ .
- Se determina el tiempo  $\tau_2$  de acuerdo con el punto 7.3.

Es valido:  $\tau_1 = 3 \cdot C_i \cdot R_3$ ,  $\tau_2 = 3 \cdot (C_i + C_e) \cdot R_3$

Es decir:  $\frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{C_i + C_e}{C_i} = 1 + \frac{C_e}{C_i}$  resp.

$$\frac{C_i}{C_e} = \frac{\tau_1}{\tau_2 - \tau_1}$$

### 7.6 Determinación de las resistencias internas

- Se ajusta el conmutador selector ya sea en INTERN 1, INTERN 2 ó INTERN 3.
- Se determina el tiempo  $t_{5\%}$  de acuerdo con el punto 7.3.
- Se calcula la resistencia interna :

$$R_i = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot C_i}.$$

## 8. Almacenamiento, Limpieza, Desecho

- El aparato se almacena en un lugar limpio, seco y libre de polvo.
- Antes de la limpieza del aparato se desconecta del suministro de corriente.
- Para su limpieza no use ningún detergente agresivo o disolvente.
- Para la limpieza use un trapo suave y húmedo.
- El embalaje se desecha en los puestos de reciclaje locales adecuados.
- En caso que el aparato mismo se haya que chatarrizar, éste no debe estar en los desechos domésticos normales. Se debe considerar como chatarra eléctrica



## Chargeur / Déchargeur

1017781 (230 V, 50/60 Hz)

1017780 (115 V, 50/60 Hz)

### Instructions d'utilisation

01/14 ALF



- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 1 | Commutateur de fonction<br>Chargement/Déchargement | 5 | Afficheur numérique du compteur                         |
| 2 | Douille de connexion<br>pour résistance externe    | 6 | Commutateur pas à pas pour<br>la tension de comparaison |
| 3 | Douille de connexion<br>pour condensateur externe  | 7 | Commutateur pour paire R/C                              |
| 4 | Connexion du boîtier<br>d'alimentation secteur     | 8 | Touche de remise à zéro du compteur                     |

### 1. Consignes de sécurité

Le chargeur / déchargeur est conforme aux directives de sécurité relatives aux appareils électriques de mesure, de commande et de régulation ainsi qu'aux appareils de laboratoire conformément à la norme DIN EN 61010 Partie 1. Il est conçu pour une utilisation dans des endroits secs adaptés aux matériels électriques.

Une utilisation conforme à l'usage prévu garantit un emploi de l'appareil en toute sécurité. La sécurité n'est cependant pas assurée si l'appareil fait l'objet d'un maniement inapproprié ou s'il est manipulé avec imprudence.

S'il s'avère que son utilisation ne peut plus se faire sans danger (par ex. dans le cas d'un endommagement visible), l'appareil doit être immédiatement mis hors service.

- Utiliser l'appareil uniquement dans des endroits secs.
- N'utiliser l'appareil qu'avec l'alimentation fournie.

## 2. Description

Le chargeur / déchargeur permet d'enregistrer point par point les courbes de chargement et de déchargement de trois condensateurs internes et de paires résistance/condensateur externes ainsi que de mesurer les résistances et les capacités internes ou externes. Il est composé d'un comparateur de tension, d'un compteur à affichage numérique pour la mesure du temps de chargement/déchargement et de trois paires résistance/condensateur.

Le comparateur de tension compare la tension de chargement ou de déchargement du condensateur avec une tension de comparaison qui est peut être pré-réglée sur 11 niveaux de 0,5 V à 9,5 V.

Dès que le commutateur de fonction est mis sur la position START-CHARGE ou DISCHARGE, le compteur à affichage numérique se met en route et il s'arrête dès que le niveau de tension pré-réglé est atteint. Auparavant, remettre le compteur à affichage numérique à zéro. S'il n'est pas remis à zéro, il fonctionne comme compteur par addition.

Trois résistances internes et une capacité permettent de créer trois paires R/C qui sont contrôlés par les positions du commutateur INTERN 1, INTERN 2 et INTERN 3. La position EXTERN relie le comparateur de tension avec les douilles de connexion pour résistances externes et condensateurs.

Le chargeur / déchargeur 1017781 est livré avec un boîtier d'alimentation prévu pour une tension réseau de 230 V ( $\pm 10\%$ ), 1017780 pour 115 V ( $\pm 10\%$ ).

## 3. Données techniques

Capacité interne :	2067 $\mu$ F
Résistances internes :	2,2 k $\Omega$ , 5,1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$
Tension $U_0$ :	10 V
Compteur à affichage numérique	4 positions, 1 chiffre après la virgule
Temps maximal :	200 s
Résolution :	100 ms
Alimentation électrique :	par boîtier d'alimentation secteur 12 V CA, 2000 mA
Dimensions :	env. 260 x 220 x 55 mm <sup>3</sup>
Poids avec boîtier d'alimentation	1700 g

## 4. Accessoires

Pour la mesure de résistances et de capacités externes, il est recommandé d'utiliser les éléments enfichables suivants :

Condensateur 1000 $\mu$ F	1017806
Résistance 4,7 k $\Omega$	1012920
Résistance 10 k $\Omega$	1012922
Résistance 22 k $\Omega$	1012924

## 5. Informations générales

Dans les positions de commutateur INTERN 1, INTERN 2 ou INTERN 3, le condensateur interne est relié aux douilles d'entrée pour la capacité externe.

- Lors de mesures sur les paires R/C internes, ne pas connecter de capacités externes.

Le temps de chargement ou de déchargement mesuré est influencé par les temps de rebondissement qui sont renforcés par un mouvement hésitant de la main de la personne qui actionne le bouton de fonction.

- Tourner rapidement le commutateur de fonction.
- Pour des mesures plus précises du temps, recommencer chaque mesure au moins trois fois et en calculer les valeurs moyennes.
- Ne choisir que des paires R/C dont la constante de temps est  $R \cdot C > 4$  s .

## 6. Manipulation

### 6.1 Mise en marche

- Brancher le chargeur / déchargeur sur secteur avec le boîtier d'alimentation fourni.

### 6.2 Mesure sur les paires Résistance/Condensateur internes

- Retirer les résistances et condensateurs externes.
- Enclencher le bouton de sélection sur INTERN 1, INTERN 2 ou INTERN 3.

### 6.3 Mesure sur les paires Résistance/Condensateur externes

- Brancher la résistance externe et le condensateur externe.
- Mettre le bouton de sélection sur EXTERN



Fig. 1 Mesure sur paires Résistance/Condensateur externes

### 6.4 Mesure du temps de chargement

- Positionner le bouton de fonction sur CHARGE – STOP.
- Régler le commutateur pas à pas sur la valeur de tension souhaitée.
- Appuyer brièvement sur la touche RESET pour remettre le compteur à affichage numérique à zéro.
- Positionner le bouton de fonction sur CHARGE – START pour démarrer le chargement et la mesure du temps.
- Noter le temps mesuré dès que le compteur s'arrête.

### 6.5 Mesure du temps de déchargement

Procéder en principe comme pour la courbe de chargement, sauf que le bouton de fonction doit être mis sur DISCHARGE – STOP ou DISCHARGE – START.

## 7. Expériences

### 7.1 Enregistrement de la courbe de chargement

- Régler le commutateur pas à pas sur 0,5 V et déterminer le temps de chargement conformément au point 6.4.
- Pour mesurer la valeur suivante, tourner le bouton au niveau au-dessus et recommencer toutes les étapes.

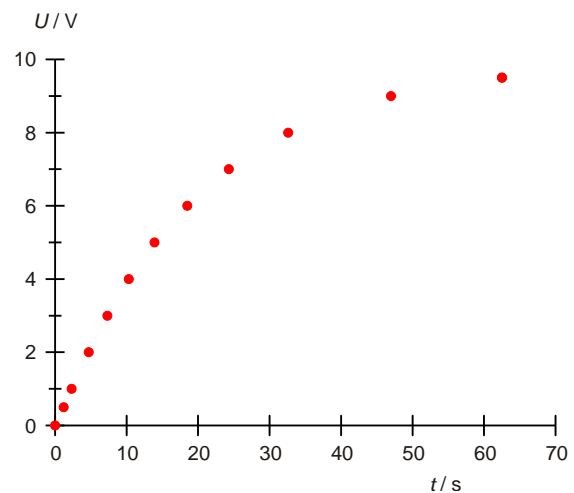


Fig. 2 Courbe de chargement de la paire R/C interne 3

### 7.2 Enregistrement de la courbe de déchargement

- Régler le commutateur pas à pas sur 9,5 V et déterminer le temps de déchargement comme indiqué au point 6.5.
- Pour mesurer la valeur suivante, tourner le bouton au niveau au-dessus et recommencer toutes les étapes.

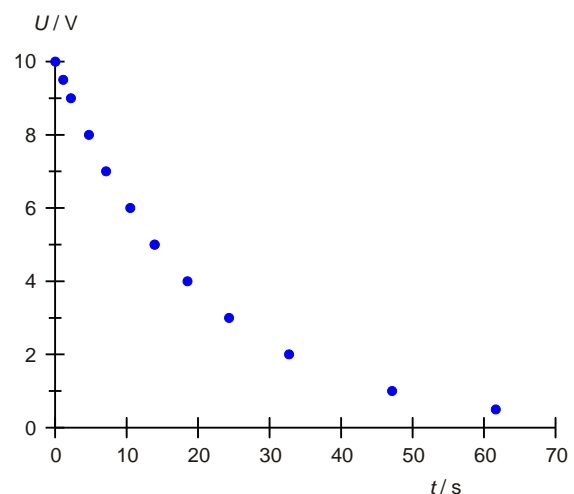


Fig. 3 Courbe de déchargement de la paire R/C interne 3

### 7.3 Mesure des capacités impliquées ou des résistances

Les valeurs théoriques du temps de déchargement  $\tau_{DC}$  pour 0,5 V et du temps de chargement  $\tau_C$  pour 9,5 V sont identiques. On a dans les deux cas :

$$\tau_C = \tau_{DC} = t_{5\%} = -C \cdot R \cdot \ln(20) \approx 3 \cdot C \cdot R.$$

Si l'on connaît les valeurs de  $R$  ou de  $C$ , on peut calculer l'une à partir de l'autre et de  $\tau$ . Pour obtenir une mesure plus précise de  $\tau$ , procéder de la manière suivante :

- Mesurer à trois reprises le temps de déchargement  $\tau_{DC}$  pour 0,5 V et retenir la moyenne des trois mesures.
- Mesurer à trois reprises le temps de chargement  $\tau_C$  pour 9,5 V et retenir la moyenne des trois mesures.
- Calculer la moyenne  $t_{5\%} = \frac{1}{2}(\tau_C + \tau_{DC})$  de ces deux valeurs.

### 7.4 Mesure de la capacité $C$ d'un condensateur externe

- Enficher la résistance externe connue  $R_e$  avec au moins 10 k $\Omega$  et la capacité externe à étudier  $C_e$ .
- Positionner le bouton de sélection sur EXTERN.
- Déterminer le temps  $t_{5\%}$  comme indiqué au point 7.3.
- Calculer la capacité externe :  $C_e = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot R_e}$

### 7.5 Mesure de la capacité $C_i$ du condensateur interne

- Positionner le bouton de sélection sur INTERN 3.
- Déterminer le temps  $\tau_1$  comme indiqué au point 7.3.
- Enficher la capacité externe  $C_e$ .
- Déterminer le temps  $\tau_2$  comme indiqué au point 7.3.
- On a l'expression :

$$\tau_1 = 3 \cdot C_i \cdot R_3, \quad \tau_2 = 3 \cdot (C_i + C_e) \cdot R_3$$

$$\text{Donc, on a } \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{C_i + C_e}{C_i} = 1 + \frac{C_e}{C_i}$$

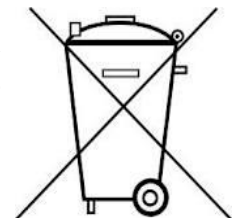
$$\text{ou } \frac{C_i}{C_e} = \frac{\tau_1}{\tau_2 - \tau_1}$$

### 7.6 Mesure des résistances internes

- Positionner le bouton de sélection sur INTERN 1, INTERN 2 ou INTERN 3.
- Mesurer le temps  $t_{5\%}$  comme indiqué au point 6.3.
- Calculer la résistance interne :  $R_i = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot C_i}$ .

## 8. Rangement, nettoyage, évacuation

- Ranger l'appareil dans un endroit propre, sec et exempt de poussière.
- Débrancher l'appareil avant de procéder au nettoyage.
- Pour le nettoyage, ne pas utiliser de nettoyeurs ou de solvants agressifs.
- Utiliser un chiffon doux et humide.
- L'emballage doit être déposé aux centres de recyclage locaux.
- Si l'appareil doit être jeté, ne pas le jeter dans les ordures ménagères. Il est impératif de respecter les consignes locales relatives au traitement des déchets électriques.





## Apparecchio di carica e scarica

1017781 (230 V, 50/60 Hz)

1017780 (115 V, 50/60 Hz)

### Istruzioni per l'uso

01/14 ALF



- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 | Commutatore di funzione carica/scarica | 5 | Display contatore digitale                         |
| 2 | Attacco per resistenza esterna         | 6 | Interruttore passo-passo per tensione di confronto |
| 3 | Attacco per condensatore esterno       | 7 | Selettore per coppia R/C                           |
| 4 | Attacco alimentatore a spina           | 8 | Tasto di reset per contatore digitale              |

### 1. Norme di sicurezza

L'apparecchio di carica e scarica risponde alle disposizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, di comando, di regolazione e da laboratorio della norma DIN EN 61010 Parte 1 ed è pensato per l'utilizzo in ambienti asciutti, adatti per strumenti elettrici.

Un utilizzo conforme garantisce il funzionamento sicuro dell'apparecchio. La sicurezza non è tuttavia garantita se l'apparecchio non viene utilizzato in modo appropriato o non viene trattato con cura.

Se si ritiene che non sia più possibile un funzionamento privo di pericoli (ad es. in caso di danni visibili), l'apparecchio deve essere messo immediatamente fuori servizio.

- Utilizzare l'apparecchio solo in ambienti asciutti.
- Utilizzare unicamente con l'alimentatore a spina fornito in dotazione.

## 2. Descrizione

L'apparecchio di carica e scarica serve a registrare punto per punto le curve di carica e scarica di tre coppie condensatore/resistenza interne o esterne nonché per la determinazione delle resistenze o delle capacità interne o esterne. Esso è costituito da un comparatore di tensione, un contatore digitale per la misurazione dei tempi di carica/scarica e tre coppie condensatore/resistenza.

Il comparatore di tensione confronta la tensione di carica e scarica del condensatore con una tensione di confronto che può essere preselezionata in 11 fasi da 0,5 fino a 9,5 V.

Non appena il commutatore di funzione viene portato in posizione START-CHARGE o DISCHARGE, il contatore digitale parte e si arresta al raggiungimento della tensione di confronto impostata. Prima occorre azzerare il contatore digitale premendo il tasto di reset. Se non si resetta, il contatore digitale funziona come totalizzatore.

Con tre resistenze interne e una capacità è possibile formare tre coppie RC, ottenibili mediante le posizioni INTERN 1, INTERN 2 e INTERN 3. La posizione EXTERN collega il comparatore di tensione ai jack di raccordo per resistenze e condensatori esterni.

L'apparecchio di carica e scarica 1017781 è fornito con un alimentatore a spina per una tensione di rete di 230 V ( $\pm 10\%$ ), il 1017780 per 115 V ( $\pm 10\%$ ).

## 3. Dati tecnici

Capacità interna:	2000 $\mu\text{F}$ $\pm 10\%$
Resistenze interne:	2,2 k $\Omega$ , 5,1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$
Tensione $U_0$ :	10 V
Contatore digitale	a 4 cifre, al quarzo, 1 decimale
Tempo massimo:	200 s
Risoluzione:	100 ms
Alimentazione elettrica:	mediante alimentatore a spina 12 V CA, 2.000 mA
Dimensioni:	ca. 260 x 220 x 55 mm <sup>3</sup>
Peso incluso alimentatore a spina:	ca. 1700 g

## 4. Accessori

Per la misurazione di resistenze e capacità esterne si consiglia l'uso dei seguenti elementi a spina:

Condensatore 1000 $\mu\text{F}$	1017806
Resistenza 4,7 k $\Omega$	1012920
Resistenza 10 k $\Omega$	1012922
Resistenza 22 k $\Omega$	1012924

## 5. Avvertenze generali

Nelle posizioni INTERN 1, INTERN 2 o INTERN 3 il condensatore interno è collegato ai jack di ingresso per la capacità esterna.

- Per le misurazioni sulle coppie RC interne non collegare capacità esterne.

Il tempo di carica e scarica misurato è influenzato da tempi di rimbalzo, amplificati da una mano insicura nel ruotare il commutatore di funzione.

- Ruotare il commutatore di funzione in maniera spedita.
- Per una determinazione più precisa del tempo, ripetere ciascuna misurazione almeno tre volte e ricavare il valore medio.
- Scegliere coppie R/C esterne con costante di tempo  $R \cdot C > 4 \text{ s}$ .

## 6. Uso

### 6.1 Messa in funzione

- Collegare l'apparecchio di carica e scarica alla rete tramite l'alimentatore a spina fornito in dotazione.

### 6.2 Misurazione su coppie condensatore/resistenza interne

- Rimuovere resistenze e condensatori esterni.
- Portare il selettore su INTERN 1, INTERN 2 o INTERN 3.

### 6.3 Misurazione su coppie condensatore/resistenza esterne

- Inserire resistenza e condensatore esterni.
- Portare il selettore su EXTERN.



Fig. 1 Misurazione su coppia condensatore/resistenza esterna

### 6.4 Misurazione del tempo di carica

- Portare il commutatore di funzione in posizione CHARGE – STOP.
- Impostare l'interruttore passo-passo sul valore desiderato.
- Premere brevemente il tasto RESET per azzerare il contatore digitale.
- Portare il commutatore di funzione in posizione CHARGE – START per avviare la carica e la misurazione del tempo.
- Prendere nota del tempo misurato non appena il contatore si arresta.

### 6.5 Misurazione del tempo di scarica

Procedere come per la curva di carica portando tuttavia il commutatore di funzione rispettivamente in posizione DISCHARGE – STOP e DISCHARGE – START.

## 7. Esperimenti

### 7.1 Registrazione della curva di carica

- Impostare l'interruttore passo-passo su 0,5 V e determinare il tempo di carica come da 6.4.
- Per misurare il valore successivo, girare l'interruttore passo-passo avanti di un livello e ripetere tutte le operazioni.

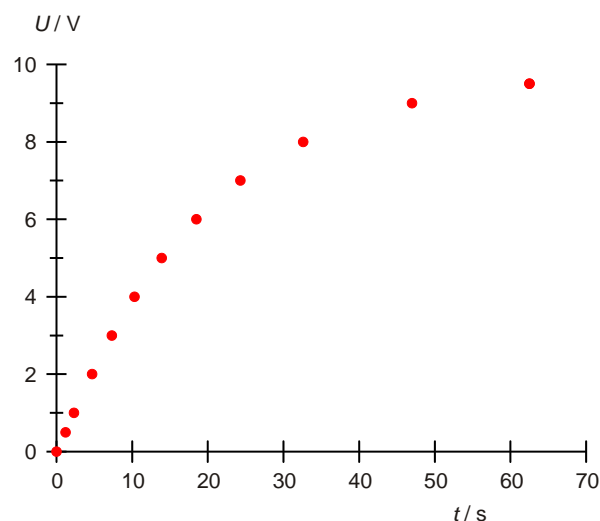


Fig. 2 Curva di carica della coppia RC interna 3

### 7.2 Registrazione della curva di scarica

- Impostare l'interruttore passo-passo su 9,5 V e determinare il tempo di scarica come da 6.5.
- Per misurare il valore successivo, girare l'interruttore passo-passo avanti di un livello e ripetere tutte le operazioni.

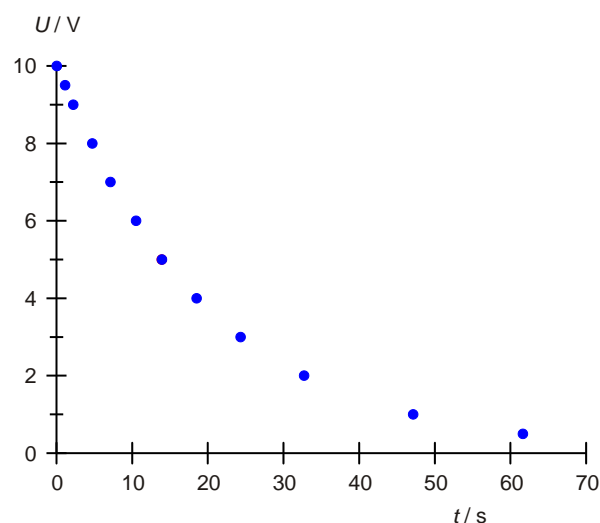


Fig. 3 Curva di scarica della coppia RC interna 3

### 7.3 Determinazione delle resistenze o delle capacità coinvolte

I valori teorici del tempo di scarica  $\tau_{DC}$  per 0,5 V e del tempo di carica  $\tau_C$  per 9,5 V sono identici. In entrambi i casi vale

$$\tau_C = \tau_{DC} = t_{5\%} = -C \cdot R \cdot \ln(20) \approx 3 \cdot C \cdot R.$$

Qualora  $R$  o  $C$  non sia noto, è possibile calcolare il valore mancante da  $\tau$ . Una maggiore precisione di misura per  $\tau$  è ottenibile come segue:

- Misurare tre volte il tempo di scarica  $\tau_{DC}$  per 0,5 V e ricavare il valore medio.
- Misurare tre volte il tempo di carica  $\tau_C$  per 9,5 V e ricavare il valore medio.
- Calcolare la media  $t_{5\%} = \frac{1}{2}(\tau_C + \tau_{DC})$  fra i due valori medi.

### 7.4 Determinazione della capacità $C$ di un condensatore esterno

- Inserire resistenza esterna nota  $R_e$  con almeno 10 k $\Omega$  e capacità esterna da analizzare  $C_e$ .
- Portare il selettore su EXTERN.
- Determinare il tempo  $t_{5\%}$  come da 7.3.
- Calcolare la capacità esterna:  $C_e = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot R_e}$ .

### 7.5 Determinazione della capacità $C_i$ del condensatore interno

- Portare il selettore su INTERN 3.
- Determinare il tempo  $\tau_1$  come da 7.3.
- Inserire la capacità esterna  $C_e$ .
- Determinare il tempo  $\tau_2$  come da 7.3.

$$\text{Vale: } \tau_1 = 3 \cdot C_i \cdot R_3, \quad \tau_2 = 3 \cdot (C_i + C_e) \cdot R_3$$

$$\text{Quindi: } \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{C_i + C_e}{C_i} = 1 + \frac{C_e}{C_i}$$

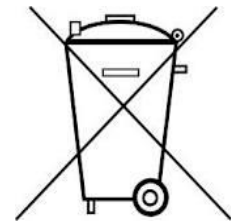
$$\text{e } \frac{C_i}{C_e} = \frac{\tau_1}{\tau_2 - \tau_1}$$

### 7.6 Determinazione delle resistenze interne

- Portare il selettore su INTERN 1, INTERN 2 o INTERN 3.
- Determinare il tempo  $t_{5\%}$  come da 7.3.
- Calcolare la resistenza interna:  $R_i = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot C_i}$ .

## 8. Conservazione, pulizia, smaltimento

- Conservare l'apparecchio in un luogo pulito, asciutto e privo di polvere.
- Prima della pulizia, scollegare l'apparecchio dall'alimentazione elettrica.
- Non pulire con detergenti o soluzioni aggressive.
- Per la pulizia utilizzare un panno morbido e umido.
- Smaltire l'imballo presso i centri di raccolta e riciclaggio locali.
- Non gettare l'apparecchio nei rifiuti domestici. Per lo smaltimento delle apparecchiature elettriche, rispettare le disposizioni vigenti a livello locale.



## Aparelho de carga e descarga

1017781 (230 V, 50/60 Hz)

1017780 (115 V, 50/60 Hz)

### Instruções de uso

01/14 ALF



- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 1 | Seletor de funções<br>carregar/descarregar | 5 | Tela do contador digital                      |
| 2 | Conector para resistência externa          | 6 | Interruptor gradativo para tensão equivalente |
| 3 | Conector para capacitor externo            | 7 | Seletor para par R/C                          |
| 4 | Conector da fonte de alimentação           | 8 | Botão Reset do contador digital               |

### 1. Indicações de segurança

O aparelho de carga e descarga atende às exigências de segurança para aparelhos elétricos de medição, controle, regulagem e de laboratório da norma DIN EN 61010 parte 1. Ele se destina à operação em ambientes secos apropriados para operação de aparelhos elétricos.

A operação segura do aparelho é garantida para o uso apropriado. A segurança não é garantida, entretanto, se o aparelho for operado de forma inapropriada ou manuseado sem cuidado.

Se se puder supor que a operação segura não é mais possível (por exemplo, em caso de danos visíveis), o aparelho deve ser retirado de operação imediatamente.

- Utilizar o aparelho somente em ambientes secos.
- Operar somente com a fonte de alimentação fornecida junto com o aparelho.

## 2. Descrição

O aparelho de carga e descarga se destina ao registro pontual das curvas de carga e descarga de três pares internos ou externos de resistências / capacitores, ou para a determinação das resistências e capacidades internas ou externas. Ele se constitui de um comparador de tensão, um contador digital para medição do tempo de carga ou de descarga e três pares de resistências-capacitores.

O comparador de tensão compara a tensão de carga ou descarga do capacitor com uma tensão equivalente, que pode ser selecionada previamente entre 11 opções de 0,5 V a 9,5 V.

Assim que o seletor de funções for posto na posição START-CHARGE ou DISCHARGE, o contador digital inicia a contagem e a interrompe quando a tensão equivalente selecionada for alcançada. Antes disto, o contador digital é zerado com o botão RESET. Sem Reset, o contador digital trabalha como contador somatório.

Podem ser formados três pares RC de três resistências internas e uma capacidade, que podem ser obtidos através das posições INTERN 1, INTERN 2 e INTERN 3 do seletor. A posição EXTERN liga o comparador de tensão com os conectores para resistências e capacitores externos.

O aparelho de carga e descarga 1017781é fornecido com uma fonte de alimentação para a tensão de 230 V ( $\pm 10\%$ ), e o 1017780 com uma fonte para 115 V ( $\pm 10\%$ ).

## 3. Dados técnicos

Capacidade interna:	2000 $\mu\text{F}$ $\pm 10\%$
Resistências internas:	2,2 k $\Omega$ , 5,1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$
Tensão $U_0$ :	10 V
Contador digital	4 dígitos, controle de quartzo, 1 casa após a vírgula
Tempo máximo:	200 s
Resolução:	100 ms
Alimentação de energia:	por fonte de alimentação 12 V AC, 2000 mA
Dimensões:	aprox. 260x220x55 mm <sup>3</sup>
Massa, incluindo fonte de alimentação	1700 g

## 4. Acessórios

Para a medição de resistências e capacidades externas, recomenda-se os componentes a seguir:

Capacitor 1000 $\mu\text{F}$	1017806
Resistência 4,7 k $\Omega$	1012920
Resistência 10 k $\Omega$	1012922
Resistência 22 k $\Omega$	1012924

## 5. Orientações gerais

Nas posições INTERN 1, INTERN 2 ou INTERN 3 do seletor, o capacitor interno está conectado com os conectores de entrada para a capacidade externa.

- Para medições nos pares RC internos, não conectar capacidades externas.

O tempo de carga ou de descarga medido é influenciado por tempos de ressalto que podem ser ampliados por uma rotação insegura do seletor de funções.

- Girar o seletor de funções rapidamente.
- Para a determinação exata do tempo, se necessário, executar cada medição pelo menos três vezes e calcular a média delas.
- Selecionar somente pares R/C externos cuja constante de tempo é  $R \cdot C > 4 \text{ s}$ .

## 6. Operação

### 6.1 Colocação em operação

- Conectar o aparelho de carga e descarga à rede elétrica por meio da fonte de alimentação fornecida com o aparelho.

### 6.2 Medição de pares internos de Resistências / Capacitores

- Remover resistências e capacitores externos.
- Ajustar o seletor para INTERN 1, INTERN 2 ou INTERN 3.

### 6.3 Medição de pares externos de Resistências / Capacitores

- Conectar resistência externa e capacitor externo.
- Ajustar o seletor para EXTERN.



Fig. 1 Medição de par externo de Resistência / Capacitor

### 6.4 Medição do tempo de carga

- Colocar o seletor de funções na posição CHARGE – STOP.
- Ajustar o interruptor gradativo para o valor desejado.
- Apertar rapidamente o botão RESET, para zerar o contador digital.
- Colocar o seletor de funções na posição CHARGE – START, para iniciar a carga e a medição do tempo.
- Anotar o tempo medido, assim que o contador parar.

### 6.5 Medição do tempo de descarga

Proceder da mesma forma que com a curva de carga, porém colocar o seletor de funções na posição DISCHARGE – STOP ou DISCHARGE – START.

## 7. Experiências

### 7.1 Registro da curva de carga

- Colocar o interruptor gradativo em 0,5 V e determinar o tempo de carga conforme 6.4.
- Para a medição do próximo valor, ajustar o interruptor gradativo para o valor seguinte e repetir todas as etapas.

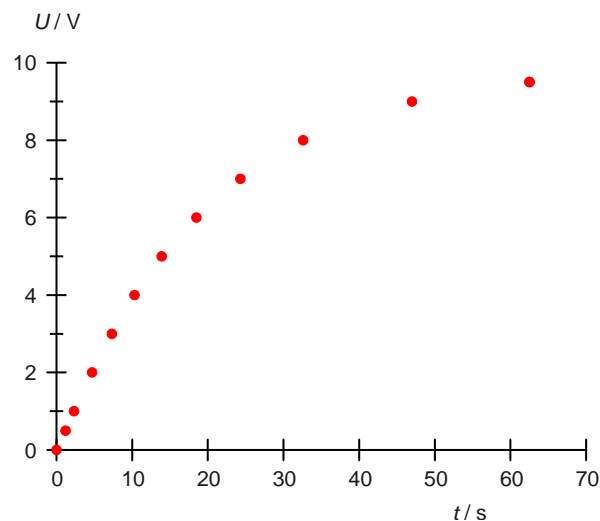


Fig. 2 Curva de carga do par RC interno 3

### 7.2 Registro da curva de descarga

- Colocar o interruptor gradativo em 9,5 V e determinar o tempo de descarga conforme 6.5.
- Para a medição do próximo valor, ajustar o interruptor gradativo para o valor seguinte e repetir todas as etapas.

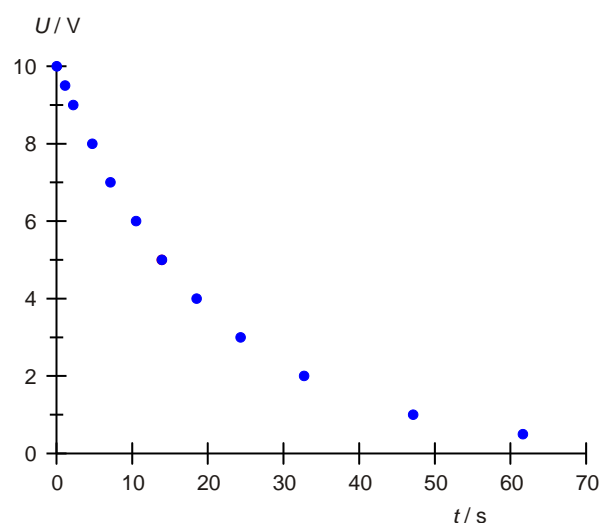


Fig. 3 Curva de descarga do par RC interno 3

### 7.3 Determinação das capacidades ou das resistências envolvidas

Os valores teóricos do tempo de descarga  $\tau_{DC}$  para 0,5 V e do tempo de carga  $\tau_C$  para 9,5 V são iguais. Para ambos os casos, vale

$$\tau_C = \tau_{DC} = t_{5\%} = -C \cdot R \cdot \ln(20) \approx 3 \cdot C \cdot R.$$

Se  $R$  ou  $C$  for conhecido, o outro valor pode ser calculado a partir de  $\tau$ . Uma precisão maior de medição para  $\tau$  pode ser alcançada conforme segue:

- Medir três vezes o tempo de descarga  $\tau_{DC}$  para 0,5 V e determinar a média.
- Medir três vezes o tempo de descarga  $\tau_C$  para 9,5 V e determinar a média.
- Calcular a média  $t_{5\%} = \frac{1}{2}(\tau_C + \tau_{DC})$  de ambas as médias.

### 7.4 Determinação da capacidade $C$ de um capacitor externo.

- Conectar resistência externa conhecida com, no mínimo, 10 k $\Omega$  e a capacidade externa  $C_e$  a ser analisada.
- Ajustar o seletor para EXTERN.
- Determinar o tempo  $t_{5\%}$  conforme 7.3.
- Calcular capacidade externa:  $C_e = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot R_e}$

### 7.5 Determinação da capacidade $C_i$ do capacitor interno

- Ajustar o seletor para INTERN 3.
- Determinar o tempo  $\tau_1$  conforme 7.3.
- Conectar capacidade externa  $C_e$ .
- Determinar o tempo  $\tau_2$  conforme 7.3.

$$\text{Vale: } \tau_1 = 3 \cdot C_i \cdot R_3, \quad \tau_2 = 3 \cdot (C_i + C_e) \cdot R_3$$

$$\text{também: } \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{C_i + C_e}{C_i} = 1 + \frac{C_e}{C_i}$$

$$\text{resp. } \frac{C_i}{C_e} = \frac{\tau_1}{\tau_2 - \tau_1}$$

### 7.6 Determinação das resistências internas

- Ajustar o seletor para INTERN 1, INTERN 2 ou INTERN 3.
- Determinar o tempo  $t_{5\%}$  conforme 7.3.
- Calcular a resistência interna:  $R_i = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot C_i}$ .

## 8. Armazenagem, limpeza, descarte

- Armazenar o aparelho em local limpo, seco e livre de poeira.
- Antes da limpeza, desconectar o aparelho da rede elétrica.
- Não utilizar limpadores ou solventes agressivos para a limpeza.
- Utilizar um pano macio e úmido para a limpeza.
- A embalagem deve ser descartada em empresas de reciclagem locais.
- Em caso que o próprio aparelho deva ser descartado, então este não pertence ao lixo doméstico normal. É necessário cumprir com a regulamentação local para a eliminação de descarte eletrônico.

