

## 1. Physikalische Grundlagen

Die elektronische Pendel-Hauptuhr besitzt ein temperaturkompensierte Halbsekunden-Pendel, das mit einer Steuerfahne ausgerüstet ist, die im Rhythmus der Pendelschwingung einen Hilfs-Oszillator berührungslos einschaltet. Das Signal wird gleichgerichtet und einem Schaltverstärker zugeführt, der das Zähl- und Anzeigewerk fortschaltet. Das Rechtecksignal des Schaltverstärkers wird differenziert so daß Nadelimpulse entstehen, die die Antriebsspule zum Zeitpunkt des Pendelnulldurchgangs erregen. Die Schwingungsdauer wird dabei nicht beeinflußt. Der Schaltverstärker erhält eine stabilisierte Betriebsspannung. Die Antriebskraft bleibt deshalb konstant. Da sonst keine veränderlichen Kräfte auf das Pendel einwirken, ändert sich auch dessen Amplitude nicht. Auf diese Weise kann bei erschütterungsfreier Aufhängung des Pendels eine Frequenzstabilität von besser  $1 \times 10^{-5}$  über lange Zeiten erreicht werden. Die Ganggenauigkeit wird vorwiegend durch die Schwankungen des Luftdruckes bestimmt, dessen Änderungen mit  $2 \times 10^{-7}$  je mm Hg den Gang merklich beeinflussen.

Die fabrikseitige Einstellung des Pendels wird für  $50^\circ$  nördlicher Breite und 100 m Höhe vorgenommen. Da jedoch im Bereich von  $30^\circ$  bis  $60^\circ$  nördlicher oder südlicher Breite der Gang der Uhr bei Annäherung an den Pol um  $1^\circ$  um 3,8 s je Tag schneller wird, muß für jeden anderen Aufstellungsort eine Neuregulierung vorgenommen werden. Ebenso ändert sich der Gang bei einer Erhebung der Uhr um 1 m um ca.  $1 \times 10^{-7}$  entsprechend 0,01 s je Tag. Dies muß am Aufstellungsort ebenfalls berücksichtigt werden.

## 2. Stromversorgung

Die Pendel-Hauptuhr einschließlich der angeschlossenen Nebenuhren kann

- a) mit dem Stromversorgungsgerät 49.2904.0502 aus dem Starkstromnetz oder
- b) direkt mit dem Gleichstrom von 12 V ... 60 V versorgt werden.

Das Stromversorgungsgerät beinhaltet wartungsfreie, elektrolytdichte Bleibatterien, die bei Netzausfall eine Gangreserve für die Hauptuhr einschließlich der angeschlossenen Nebenuhren darstellen. Für größere Anlagen kann getrennt von der Pendel-Hauptuhr eine Bleibatterie herkömmlicher Bauart mit entsprechend größerer Kapazität angeordnet und durch das Stromversorgungsgerät in vollgeladenem Zustand gehalten werden.

## 1. Physical Principles

The electronic pendulum master clock has a temperature-compensated half-second pendulum, which is equipped with a control flag which switches on and off an auxiliary oscillator in synchronisation with the pendulum oscillation without contact. The signal is rectified and fed to a switching amplifier which advances the counting and display unit. The square-wave signal of the switching amplifier is differentiated so that needle pulses are generated which excite the drive coil at the time of the pendulum zero crossing. The oscillation period is not affected. The switching amplifier receives a stabilised operating voltage. The driving force therefore remains constant. Since no other variable forces act on the pendulum, its amplitude does not change either. In this way, with vibration-free suspension of the pendulum, a frequency stability of better  $1 \times 10^{-5}$  can be achieved over long periods. Accuracy is mainly determined by variations in air pressure, the changes of which are noticeable at  $2 \times 10^{-7}$  per mm Hg.

The factory setting of the pendulum is for  $50^\circ$  north latitude and 100 m height. However, since in the range of  $30^\circ$  to  $60^\circ$  north or south latitude the clock will run 3.8 s per day faster for each  $1^\circ$  towards the poles, any change of location will require a re-regulation. Likewise, when the clock is raised by 1 m, the rate changes by about  $1 \times 10^{-7}$  corresponding to 0.01 s per day. This must also be taken into account at the installation site.

## 2. Power Supply

The pendulum master clock including the connected slave clocks can be powered

- a) with the power supply unit 49.2904.0502 from the mains supply or
- b) directly with 12 V ... 60 V DC.

The power supply unit contains maintenance-free, electrolyte-tight lead acid batteries, which provide a power reserve for the master clock including the connected slave clocks in the event of a power failure. For larger systems, a lead acid battery of conventional design arranged with a correspondingly larger capacity can be separated from the pendulum master clock and kept in fully charged state by the power supply unit.

### **3. Anschlußplatte**

Die Anschlußplatte trägt die Klemmleisten zum Anschluß des Impuls- und Nachstellwerkes, das mit Zifferblatt und Zeigern versehen ist sowie die Anschlüsse für Gleichstrom einspeisung und Impulsaus- bzw. -eingänge. Sie stellt außerdem die notwendigen elektrischen Verbindungen zwischen dem Stromversorgungsgerät und dem Hauptuhrsteuerteil her. Die Klemmleisten sind mit einem Drahtschutz vorsehen, so daß über lange Zeit eine sichere Verbindung zu den angeklemmten Drähten sichergestellt ist. Es sollen jedoch nur Anschlußdrähte mit einem Durchmesser von mindestens 0,8 mm verwendet werden.

### **4. Montageanweisung**

Die Hauptuhr ist an einer ebenen, erschütterungsfreien Wand lotrecht mit 3 Schrauben zu befestigen. Dazu wird das Pendel und die beiden Leiterplatten rechts und links nach dem Lösen ihrer Befestigungsschrauben herausgenommen. Der Pendelträger oben und die Anschlußplatte unten bleiben an ihrem Ort. Es empfiehlt sich, die obere Schraube zuerst anzubringen und das Gehäuse vor dem endgültigen Anziehen derselben einzuhängen. Es wird ebenfalls empfohlen, zu den Schrauben passende Unterlegscheiben zu verwenden. Nach dem Festziehen der Schrauben sind am Pendelträger rechts und links die beiden Stellschrauben so anzuziehen, daß die Rückwand unverspannt fest sitzt und sich die Gehäusetür leicht schließen läßt. Bei unebener Wand wird empfohlen, eine Spanplatte von 8 - 10 mm Stärke zuerst auf dieser zu befestigen und erst dann die Uhr zu installieren. Zur leichteren Montage wird eine Schabloneneinlage beigelegt.

### **5. Vorarbeiten an den Leiterplatten**

#### **5.1 Einbaustromversorgungsgerät 49.2904.0502**

Am spannungslosen Gerät ist die gewünschte Ausgangsspannung (12 oder 24 V) durch Herstellen der erforderlichen Brücken am Transformator und auf der Leiterplatte nach Schaltung 300-49.2904.0502 einzustellen. Für eine Gangreserve ist bei 12 V-Anlagen mindestens einer, bei 24 V-Anlagen zwei der Akkumulatoren 27.9950.2161 einzusetzen. Der Netzstecker darf im ausgebauten Zustand nicht an Spannung gelegt werden.

### **3. Connection Plate**

The connection plate carries the terminal strips for connection of the impulse and motion work, which is provided with dial and hands, and the connections for DC supply and impulse outputs or inputs. It also provides the necessary electrical connections between the power supply and the master clock control board. The terminal strips are provided with wire protection so that a long-term secure connection to the clamped wires is ensured. However, only connecting wires with a diameter of at least 0.8 mm should be used.

### **4. Assembly Instructions**

The main clock should be attached to a flat, vibration-free wall vertically with 3 screws. To do this, remove the pendulum and the two printed circuit boards on the right and left after loosening their fastening screws. The pendulum carrier at the top and the connection plate at the bottom remain in place. It is recommended to install the top bolt first and mount the case before final tightening. It is also recommended to use suitable washers for the screws. After tightening the screws, the two setscrews must be tightened on the right and left pendulum support so that the rear wall is firmly seated and the housing door can be easily closed. If the wall is uneven, it is recommended to first attach a chipboard of 8 - 10 mm thickness to it and then install the clock. For ease of installation, a stencil insert is included.

### **5. Preparation of the Circuit Boards**

#### **5.1 Built-in power supply unit 49.2904.0502**

On the de-energized device, set the desired output voltage (12 or 24 V) by shorting the required jumpers on the transformer and on the PCB according to circuit 300-49.2904.0502. For a power reserve, 12 V systems require at least one battery, and for 24 V systems, two batteries 27.9950.2161. The power plug must not be connected to the mains when it is removed.

## 5.2 Hauptuhr-Steuerteil

Bei Verwendung des Stromversorgungsgerätes 49.2904.0502 sind bei einer Ausgangsspannung von 12 V die Brücken 5 - 6, bei einer Ausgangsspannung von 24 V die Brücken 6 - 7 einzulöten. Bei Fremdeinspeisung mit 12 V Gleichspannung über die Anschlußpunkte A7 und A8 sind die Brücken 3 - 4 - 5, bei Spannungen von 24 V ... 60 V die Brücken, 3 - 4 - 7 einzulöten. Andere als die in der Schaltung 300-49.2904.0501 angegebenen Brücken dürfen nicht hergestellt werden.

## 7. Einhängen des Pendels

Vor dem Einhängen des Pendels muß die Antriebsspule oben nach Lösen ihrer Befestigungsschraube ganz nach rechts geschoben werden. Das Pendel wird dann mittels beigelegter Pendelfeder in den Pendelträger eingehängt. Dabei ist größte Vorsicht geboten, weil die Pendelfeder sich leicht bleibend verformt und damit unbrauchbar werden kann.

## 8. Einstellen der Antriebsspule

Ist das Pendel in seiner Ruhelage, so wird die Antriebsspule oben so weit nach links auf den Permanentmagneten an der Pendelstange zugeschoben, bis der Magnet zur Hälfte in die Antriebsspule hineinragt. Dann wird die Spule so festgeschraubt, daß der Magnet die Antriebsspule bei Bewegung des Pendels nirgends berührt. Läßt sich dies nicht erreichen, muß der Dauermagnet durch Vertikalverschiebung seines Halters an der Pendelstange leicht verstellt werden. Dabei ist zu beachten, daß der Pendelhalter nicht um die Pendelachse verdreht wird. Die Antriebskraft muß genau in die Schwingungsebene des Pendels fallen.

## 9. Einschalten der Hauptuhr

Zum Einschalten werden die Schalter S1 und S3 auf der Leiterplatte des Hauptuhr-Steuerteils in die Stellung "Aus" gebracht (Rechtsanschlag). Lediglich der Schalter S2 muß sich in der Stellung "Ein" befinden (Linksanschlag). Nachdem der Netzstecker des Stromversorgungsgerätes mit dem Starkstromnetz verbunden wurde bzw. die Fremdgleichspannung an

## 5.2 Master clock control section

When using the power supply unit 49.2904.0502 with an output voltage of 12 V, bridges 5 - 6 should be soldered together, and for an output voltage of 24 V, bridges 6 - 7. For external supply with 12 V DC via the connection points A7 and A8, bridges 3 - 4 - 5 should be soldered together and for voltages of 24 V ... 60 V, bridges 3 - 4 - 7. Bridges other than those specified in Circuit 300-49.2904.0501 must not be connected together.

## 7. Hanging the Pendulum

Before attaching the pendulum, the drive coil must be pushed all the way to the right after loosening its fixing screw. The pendulum is then suspended in the pendulum carrier by means of the enclosed suspension spring. Great care should be taken in case the suspension spring deforms slightly and thus becomes unusable.

## 8. Adjusting the Drive Coil

If the pendulum is in its rest position, the drive coil is pushed up so far to the left on the permanent magnet on the pendulum rod until the magnet protrudes halfway into the drive coil. Then, the coil is tightened so that the magnet does not touch the drive coil anywhere when moving the pendulum. If this cannot be achieved, the permanent magnet must be easily adjusted by vertical displacement of its holder on the pendulum rod. Ensure that the pendulum holder is not rotated about the pendulum axis. The driving force must fall exactly in the oscillation plane of the pendulum.

## 9. Switching on the Master Clock

For switching on, the switches S1 and S3 on the circuit board of the master clock control part are set to the "off" position (right stop). Only the switch S2 must be in the "on" position (left stop). After the mains plug of the power supply unit has been connected to the mains power supply or the external DC voltage at

den Klemmen A7 und A8 angeschlossen ist, muß beim Bewegen des Pendels der Zentralsekundenzeiger des Anzeigewerkes fortgeschaltet werden.

## 10. Einstellen der Oszillatospule

Das Pendel muß sich hierzu in der Ruhelage befinden. Die Oszillatospule wird zunächst nach rechts zum Anschlag gebracht und dann so weit nach links geschoben, bis der Schaltpunkt des Anzeigewerkes erreicht wird. Der Schaltpunkt muß genau in den Nulldurchgang des Pendels fallen. Man kann dies leicht dadurch kontrollieren, daß das Impuls- und Nachstellwerk noch bei kleinsten Amplitude des Pendels fortgeschaltet wird. Das Kopplungstrennblech muß in der Höhe so eingestellt sein, daß ein freies Durchlaufen durch den Spulenkörper gewährleistet ist. Es muß auch zur Rückseite des Halters ein Spiel von ca. 2 mm haben. Bei kleinerem Spiel kann die obere Befestigungsschraube für die Gehäusehalterung etwas gelöst und die beiden Stellschrauben im Pendelträger dafür weiter angezogen werden, bis das erforderliche Spiel vorhanden ist.

## 11. Einstellen des Pendels

Zum Einstellen des Pendels wird der Drehwiderstand R15 auf der Leiterplatte Hauptuhr-Steuerteil rechts oben in die Nullstellung gedreht. Das Pendel wird von Hand auf eine Amplitude von ca. 120 Winkelminuten gebracht.

### a) Grobregulierung

An der zum Heben und Senken des Pendelkörpers vorgesehenen Reguliermutter kann der Gang um 6 Sek. je Tag und je Teilstrich verändert werden. Man kann die notwendige Verstellung aus der geografischen Lage des Aufstellungsortes im Vergleich zu den unter 1. angegebenen Werten für die Grundeinstellung leicht ermitteln. Es ist auch möglich, durch Beobachtung des Zentralsekundenzeigers im Vergleich mit einer Stoppuhr die Grobregulierung vorzunehmen.

### b) Feinregulierung

Wurde mit dem Grobregulierungsverfahren bereits eine Genauigkeit von  $\pm 4$  Sek. je Tag erreicht, kann eine Verbesserung zweckmäßig nur noch mit der

the terminals A7 and A8, the central second hand of the display unit must be switched when moving the pendulum.

## 10. Adjusting the Oscillator Coil

The pendulum must be in the rest position for this purpose. The oscillator coil is first brought to the stop to the right and then pushed so far to the left until the switching point of the indicator is reached. The switching point must fall exactly in the zero crossing of the pendulum. You can easily control this by the fact that the pulse and motion work is still switched at the smallest amplitude of the pendulum. The coupling partition must be adjusted in height so that a free passage through the bobbin is ensured. It must also have a clearance of about 2 mm to the back of the holder. For smaller play, the upper fixing screw for the housing holder can be loosened a bit and the two setscrews in the pendulum support can be tightened until the required clearance is available.

## 11. Adjusting the Pendulum

To set the pendulum, turn the rotating resistor R15 on the main clock control circuit board right top to the zero position. The pendulum is manually brought to an amplitude of about 120 angular minutes.

### a) Coarse regulation

On the regulating nut provided for raising and lowering the pendulum body, the movement can be changed by 6 seconds per day per graduation mark. One can easily determine the necessary adjustment from the geographical location of the site in comparison to the values for the basic setting given under 1. It is also possible to carry out coarse adjustment by observing the central second hand in comparison with a stopwatch.

### b) Fine regulation

If the coarse regulation method has already achieved an accuracy of  $\pm 4$  sec. per day, an improvement can usefully be made only with the

Feinregulier-einrichtung vorgenommen werden. Hierzu ist das Stellrad des Drehwiderstandes R15 entsprechend zu betätigen. Drehen im Uhrzeigersinn beschleunigt den Gang der Hauptuhr. Das Stellrad ist mit geeigneten Markierungen versehen, die ein Regulieren auf eine Ganggenauigkeit von 0,5 Sek. je Tag gestattet.

Grob- und Feinregulierung werden durch den Einsatz einer Zeitwaage wesentlich erleichtert. Die Zeitwaage wird zweckmäßig über einen Induktivabnehmer, der in der Nähe der Oszillatospule angebracht wird, angeschlossen. Es gelingt somit in relativ kurzer Zeit, die Uhr genau zu regulieren. Die Regulierung ist beendet, wenn sich die Amplitude des Pendels auf ihren Endwert eingestellt hat und die Aufzeichnung auf der Zeitwaage keine Änderung mehr erkennen läßt. Wird eine Amplitude von mindestens 100 Winkelminuten nicht erreicht, ist dies ein Zeichen dafür, daß das Hauptuhrgehäuse einschließlich des Pendelträgers nur locker mit der Wand verbunden ist.

## 12. Stellen auf genaue Zeit

Zum Stellen der Hauptuhr auf genaue Zeit darf auf keinen Fall das Pendel angehalten werden. Mit dem Schalter S2 ist lediglich das Anzeigewerk anzuhalten und zeitgenau wieder zu starten. Der Minuten- und Stundenzeiger des Anzeigewerkes kann mit dem Stellknopf, der nach hinten herausragt, eingestellt werden.

## 13. Fremdregulierung

Die Klemmen A15 und A16 können durch Brücken 13 - 14; 16 - 17 mit einer Wicklung der Steuerspule verbunden werden. Durch Gleichstrom, der diese Wicklung durchfließt, kann der Gang je nach Polung des Stromes um  $\pm 3,6$  Sek. je Tag und je mA Steuerstrom variiert werden. Die Steuerspule eignet sich somit auch als Stellglied eines Reglers. Zu beachten ist, daß nur ein Steuerstrom von max. 20 mA zulässig ist. Ein solcher Regler ist z.B. das unter 17.3 beschriebene Zusatzgerät.

Es besteht auch die Möglichkeit, das Pendel durch einen fremden Sekundenpuls zu synchronisieren. Der Puls muß eine Frequenz von 1 Hz haben, die Impulsbreite darf max. 0,125 Sek. betragen.

fine regulation device. For this purpose, the adjusting wheel of the rotational resistance R15 must be set accordingly. Turning clockwise will speed up the main clock. The thumb wheel is provided with appropriate markings that allow it to be adjusted to a precision of 0.5 sec. per day.

Coarse and fine regulation are made much easier by the use of a watch timer. The timer can be conveniently connected via an inductor mounted near the oscillator coil. It thus succeeds in a relatively short time to regulate the clock exactly. The regulation is terminated when the amplitude of the pendulum has adjusted to its value and the recording on the time scale does not show any change. If an amplitude of at least 100 angular minutes is not reached, this is an indication that the main clock housing including the pendulum carrier is only loosely connected to the wall.

## 12. Bringing to Correct Time

To set the master clock to the correct time, the pendulum is never stopped. Using switch S2, the display unit can be stopped and restarted promptly. The minute and hour hand of the indicator can be adjusted with the knob which protrudes to the rear.

## 13. External Regulation

By soldering bridges 13 - 14 and 16 - 17, the terminals A15 and A16 can be connected to a winding of the control coil. Due to direct current flowing through this winding, the current can be varied by  $\pm 3.6$  sec per day per mA of control current, depending on the polarity of the current. (*+ve voltage on A15 relative to A16 slows down pendulum.*) The control coil is thus also suitable as an actuator of a controller. It should be noted that only one control current of max. 20 mA is permissible. An example of such a regulator is the accessory described under 17.3.

It is also possible to synchronize the pendulum with an external second pulse. The pulse must have a frequency of 1 Hz and the pulse width must be max. 0.125 sec.

Der Strom durch die Steuersetzung darf bei einer Impulsbreite von 0,125 Sek. einen Augenblickswert von 5 mA nicht überschreiten, weil sonst die Amplitude der Pendelschwingung zu groß wird. Für kürzere Impulsbreiten sind entsprechend höhere Ströme zulässig.

## 14. Sicherungen

Die in den Stromlaufplänen 300.49.2904.0501 und .0502 angegebenen Werte für die Schmelzeinsätze der Gerätefeinsicherungen sind einzuhalten. Falls jedoch keine mittelträgen Schmelzeinsätze zur Verfügung stehen, können ausnahmsweise im Hauptsteuerungsteil die Sicherungen Si1 und Si2 auch mit flinken Schmelzeinsätzen bestückt werden. Im Stromversorgungsgerät kann in einem solchen Falle für den Schmelzeinsatz Si1 auch eine träge Sicherung gleicher Nennstromstärke und für die Sicherung Si2 eine flinke Sicherung mit gleicher Nennstromstärke zugelassen werden.

## 15. Anschluß und Stellen der Minuten-Nebenuhren

Hierzu muß zunächst der Schalter S1 in die Stellung "Aus" (Rechtsanschlag) gebracht werden. Die Minuten-Nebenuhren sind dann an den Klemmen A11 und A12 anzuschließen und auf gleiche Zeit einzustellen. Sodann wird der Schalter S1 in die Stellung "Ein" gebracht. Durch Betätigen des Hebels am Impuls- und Nachstellwerk in die Stellung "Nachstellen" gelangen Fortschaltimpulse an die Nebenuhren. Nebenuhren, die um 1 Minute zurückbleiben, müssen umgepolzt und anschließend mit den übrigen synchronisiert werden. Insgesamt sind 30 St. 12-V-Nebenuhren zu 12 mA bzw. 50 St. 24-V-Nebenuhren zu 6 mA zum Anschluß zugelassen.

## 16. Fremdbatterie

Für umfangreiche Uhrenanlagen empfiehlt es sich, anstelle der im Stromversorgungsgerät untergebrachten kleinen Gangreserve-Batterien Einheiten entsprechend größerer Kapazität einzusetzen. Sie sind an die Klemmen A7 und A8 anzuschließen. Es können jedoch nur Bleiakkumulatoren 12 V oder 24 V zum Einsatz kommen. Für die Ladung von Ni-Cd-Batterien ist das Stromversorgungsgerät nicht ausgelegt. In jedem Falle muß die Bedienungsanleitung 305-49.2904.0502 beachtet werden.

The current through the control coil must not exceed an instantaneous value of 5 mA for a pulse width of 0.125 sec, otherwise the amplitude of the pendulum oscillation will become too large. For shorter pulse widths, correspondingly higher currents are permitted.

## 14. Fuses

The values specified in the circuit diagrams 300.49.2904.0501 and .0502 for the fusible links of the device fuses must be observed. However, if the exact fuses are not available, exceptionally, fast fuses can be used for fuses Si1 and Si2 in the master clock control section. Similarly, in the power supply device a slow-blow fuse of the same nominal current strength can be used for fuse Si1 and a fast fuse with the same nominal current used for fuse Si2.

## 15. Connection and Setting of Minute Slave Clocks

To do this, switch S1 must first be set to the "off" position (right stop). The minute slave clocks must then be connected to terminals A11 and A12 and set to the same time. Then the switch S1 is brought into the "on" position. By setting the lever on the pulse and motion work to the position "Nachstellen", a fast stream of forwarding pulses is transmitted to the slave clocks. Secondary clocks which remain behind by 1 minute must have their connections reversed and then be synchronised with the others. A total of up to 30 12V slave clocks with 12 mA and 50 24V slave clocks with 6 mA can be connected.

## 16. External Battery

For large clock systems, it is advisable to use units of correspondingly larger capacity instead of the small power reserve batteries housed in the power supply unit. They must be connected to terminals A7 and A8. However, only lead-acid batteries of 12 V or 24 V can be used. The power supply unit is not designed to charge Ni-Cd batteries. In all cases, the operating instructions 305-49.2904.0502 must be observed.

## 17. Zusatzeinrichtungen

### 17.1 Sekundenteiler

Der Sekundenteiler darf nur in die Federleiste Pos. 2 eingesteckt werden. Wenn die Brücken 1 - 2 und 10 - 11 auf der Leiterplatte Hauptuhr-Steuerteil hergestellt sind, können an den Ausgangsklemmen A13 und A14 einer der folgenden externen Verbraucher angeschlossen werden:

- a) bis zu 2 St. 12-V-Sekunden-Nebenuhren (je 1000 Ohm)
- b) ein elektronischer Impulsformer 40.1004.5020
- c) Sekunden-Uhrenrelais 40.1004.1108.

Bei eingebautem Stromversorgungsgerät ist es möglich, die Apparaturen nach b) und c) über die Ausgangsklemmen A7 und A8 mit Betriebsspannung zu versorgen, wenn die dort zulässige Belastung nicht überschritten wird.

### 17.2 Sekundenimpulsverstärker

Der Sekundenimpulsverstärker 49.2800.0390 darf nur in die Federleiste Pos. 3 eingesteckt werden. Vorher sind seine Brücken für die entsprechende Betriebsspannung einzurichten. Im Hauptuhr-Steuerteil dürfen die Brücken 1 - 2 und 10 - 11 nicht vorhanden sein. Die bei A13 und A14 angeschlossenen Sekunden-Nebenuhren lassen sich mit dem Schalter S3 anhalten und wieder einschalten. Falls nach einer Überlastung die elektronische Überstromsicherung des Sekundenimpulsverstärkers ausgelöst hat, kann mit S3 ebenfalls neu eingeschaltet werden. Beim Einsatz des Sekundenimpulsverstärkers ist zu beachten, daß die Sekunden-Nebenuhren als Dauerstromverbraucher anzusehen sind. Auf keinen Fall dürfen die in 305-49.2904.0502 angegebenen Stromwerte überschritten werden, wobei auch die angeschlossenen Minuten-Nebenuhren und gegebenenfalls andere Zusatzgeräte als Verbraucher zu berücksichtigen sind.

### 17.3 Gleichlaufregler

Der Gleichlaufregler 49.2800.0380 darf nur in die Federleiste Pos. 1 eingesteckt werden. Vorher sind im Hauptuhr-Steuerteil die Brücken

## 17. Additional Equipment

### 17.1 Second Divider

The second divider may only be inserted into the socket strip pos. 2. If the bridges 1 - 2 and 10 - 11 are connected together on the main clock control circuit board, one of the following external loads can be connected to the output terminals A13 and A14:

- a) Up to 2 x 12 V seconds slave clocks (1000 ohms each)
- b) an electronic pulse shaper 40.1004.5020
- c) second clock relay 40.1004.1108.

With the built-in power supply unit, it is possible to supply the apparatus according to b) and c) via the output terminals A7 and A8 with operating voltage, if the allowable load is not exceeded there.

### 17.2 Second pulse amplifier

The second impulse amplifier 49.2800.0390 may only be plugged into the socket strip pos. 3. Prior to this, its bridges must be set up for the corresponding operating voltage. In the master clock control section, bridges 1 - 2 and 10 - 11 must not be connected together. The second slave clocks connected to A13 and A14 can be stopped and switched on again with switch S3. If, after an overload, the electronic overcurrent fuse of the second-pulse amplifier has triggered, S3 can also be switched on again. When using the second-pulse amplifier, it should be noted that the second slave clocks are to be regarded as continuous-current consumers. Under no circumstances shall the current values given in 305-49.2904.0502 be exceeded, taking into account both the connected minutes slave clocks and, if applicable, other accessories.

### 17.3 Synchronization controller

The synchronism regulator 49.2800.0380 may only be inserted in the socket strip pos. 1. Prior to this, in the master clock control section, the bridges

7 - 8, 14 - 15 und 17 - 18 herzustellen. Da der Gleichlaufregler einen Stromverbrauch von ca. 40 mA haben kann, ist sein Betrieb bei Fremdeinspeisung mit Gleichspannung von 36 ... 60 V nicht zulässig. Dieser Stromverbrauch ist auch bei der Berechnung der Gesamtlast für das Stromversorgungsgerät zu berücksichtigen. Der Minutenimpuls eines Übergeordneten Zeitnormals ist so an die Anschlüsse A15 und A16 zu legen, daß der Impulsvergleich jeweils zu einer geraden Minute, die Abschaltung des Reglers zu einer ungeraden Minute eintritt. Andernfalls wird die Uhr im Laufe der Zeit eine Standänderung um 1 Minute erfahren. Der Reglereinfluß beträgt bei eingeschaltetem Regler  $\pm 30$  Sek je Tag. Dies entspricht bei einer Einschaltdauer von 50% (jeder gerade Impuls) einer Beeinflussung von  $\pm 15$  Sek je Tag.

#### 17.4 Signalgeber

Die Signalgeber 40.1328.0110 bis .0150 sind nach den zugehörigen Unterlagen in die Hauptuhr zu montieren und anzuschließen.

7 - 8, 14 - 15 and 17-18 must be connected. Since the synchronous controller can have a power consumption of approx. 40 mA, its operation with an external supply with DC voltage of 36 ... 60 V is not permitted. This power consumption must also be taken into account when calculating the total load for the power supply unit. The minute pulse of a higher-order time standard is to be applied to the terminals A15 and A16 in such a way that the pulse comparison occurs at even minutes and the switch-off of the controller at odd minutes. Otherwise, the clock will experience a 1 minute change in synchronisation over time. The regulator influence is  $\pm 30$  sec per day when the controller is switched on. With a duty cycle of 50% (each even impulse), this corresponds to an influence of  $\pm 15$  seconds per day.

#### 17.4 Programmers

The programmers 40.1328.0110 to .0150 must be mounted in the master clock and connected according to their corresponding documentation.

# **Elektronische Pendelhauptuhr**

## **Montageanweisung**

### **1) Montageort**

Möglichst stabile, ebene Wand

### **2) Vorbereitung der Uhr**

Alle Leiterplatten entfernen bzw. lösen. Hauptuhrsteuerteil, Stromversorgungsgerät und Signalgeber auf die gewünschte Spannung brücken.

### **3) Befestigung**

Durch eine Schraube oben und zwei Schrauben unten. Verspannung des Pendelträgers durch zwei Madenschrauben links und rechts. Schrauben nicht zu stark anziehen, da sich das Gehäuse leicht verzieht. Tür muß einwandfrei schließen.

### **4) Leiterplatteneinbau**

Stecker des 220 V-Kabels durch den Schlitz unten nach außen führen. Anschlußplatine befestigen. Stromversorgung und HU-Steuerteil einbauen. Alle Schalter auf Stellung A(Aus). Signalgeber einbauen und verdrahten. Nebenuhr- und Signallinie anschließen.

### **5) Pendel einhängen**

Pendelfeder mit der linken Hand in die Pendelstange einhängen und festhalten. Mit der rechten Hand das Pendel unten führen. Dann Pendelfeder in den Pendelträger einführen. Dabei die Rahmenspule oben am Hauptuhrsteuerteil nicht lösen. Äußerste Vorsicht, da Pendelfeder leicht knickt. Pendel darf nirgendwo streifen. Ggf. justieren.

# **Electronic Pendulum Master Clock**

## **Installation Instructions**

### **1) Installation location**

An even wall, as stable as possible.

### **2) Preparation of the clock**

Remove all printed circuit boards. Set master clock control unit, power supply unit and programmer to the desired operating voltage by shorting the appropriate bridges.

### **3) Attachment**

By one screw at the top and two screws at the bottom. Clamping of the pendulum carrier is by two setscrews on the left and right. Do not overtighten screws as the housing will distort slightly. Door must close properly.

### **4) PCB installation**

Pass the plug of the 220V cable through the slot at the bottom to the outside. Secure the connection board. Install power supply and MC control unit. Set all switches to position A (off). Install and wire programmer. Connect slave clocks and signal line.

### **5) Hanging pendulum**

Hook the pendulum spring into the pendulum rod with your left hand and hold tight. Guide the pendulum down with your right hand. Then insert the pendulum spring into the pendulum carrier. Do not loosen the frame spool at the top of the master clock control section. Exercise extreme caution, in case the pendulum spring kinks slightly. The pendulum must not wobble at all. Adjust if necessary.

## 6) Einschalten

Batterie einbauen und Stromversorgungsgerät anschließen. Schalter S2 auf E Pendel anstoßen. Der Sekundenzeiger muß nun gleichmäßig fortschalten. Ggf. Pendelabgriff unten auf der Leiterplatte verschieben, Uhr auf genaue Zeit einstellen. Mit Schalter S1 auf E Nebenuhren in Betrieb nehmen. Nachstellen der Nebenuhren durch Herunterdrücken des Hebel am Impuls- und Nachstellwerk.

## 7) Sicherungen

Nur vorgeschriebene Sicherungen verwenden.

Stromversorgung      Si1 = M 0,125      Hauptuhrensteuerteil Si1 = M 0,315  
                          Si2 = M 0,315      Si12 = M 0,250

## 6) Switching on

Install battery and connect power supply. Set switch S2 to position E (on). Set pendulum swinging. The second hand should now advance evenly. If necessary, move the pendulum tap on bottom of circuit board, set clock to correct time. Set switch S1 to position E (on) to start slave clocks. Advance the slave clocks by pushing down the lever on the impulse/motion work unit.

## 7) Fuses

Only use prescribed fuses.

Power supply	Si1 = M 0.125	Master clock control part	Si1 = M 0.315
	Si2 = M 0.315		Si12 = M 0.250

## EINBAUSTROMVERSORGUNGS – SCHALTUNGSBESCHREIBUNG

### Einspeisung vom Netz

Die Einspeisung vom 220 / 110 V-Wechselstromnetz erfolgt über den Netzstecker. Die Verbindung des Netzkabels zur Leiterplatte ist steckbar angeordnet. Da der Transformator isoliert montiert ist, wird nur eine Primärsicherung (Si1) benötigt. Die Spannung 220 / 110 V auf der Primärseite und die Sekundärspannungen für den 12 V / 24 V-Betrieb werden nach Abnahme einer Schutzkappe an den Transformatorenanschlüssen geschaltet (siehe Brückenschema). Mit 4 Dioden (G1 ... G4) in Brückenschaltung wird die Wechselspannung auf der Sekundärseite gleichgerichtet und mit den Lade-Kondensatoren C1 oder C2 die Gleichspannung geglättet. An eine der beiden umschaltbaren Wicklungen (19 V~) auf der Sekundärseite des Transformators ist eine Signallampe für die Kontrolle der Netzspannung angeschlossen und eine Wechselspannung von 60 V liegt direkt an den Punkten N23 und N24. Die Gleichspannung wird durch eine Regelschaltung (G5, T3, T2, T1 und Drehwiderstand R18) auf konstant 13,2 V bei 12 V und 26,4 V bei 24-V-Betrieb gehalten. Über die Strombegrenzungswiderstände R7 oder R8 und die Diode G6 werden die beiden elektrolytdichten 12 V Bleiakkumulatoren, die bei Netzausfall, kurzzeitige Unterbrechungen oder Störungen vom Netz die Stromversorgung übernehmen sollen, ständig mit der Spannung 13,2 V oder 26,4 V geladen. Sie können für 12 V oder 24 V umgeschaltet werden. Die Versorgung der Hauptuhr, des Gleichlaufreglers, des Sekundenteilers und zum Teil des Sekundenimpulsverstärkers erfolgt über den Punkt N27. Die Minuten- und Sekunden-Nebenuhrlinien werden über den Punkt N30 gespeist.

Um eine Tiefentladung der Akkus bei Netzausfall zu vermeiden, wird bei ca. 10 V (12 V-Betrieb) oder 20 V (24 V-Betrieb) die Spannung im Punkt N27 abgeschaltet. Dadurch ist die Versorgung der Hauptuhr unterbrechen, das Impuls- und Nachstellwerk wird nicht mehr angesteuert und damit sind auch die Minuten- und Sekunden- Nebenuhrlinien ebenfalls ohne Speisung. Während eines Minuten- oder Sekundenimpulses kann eine Abschaltung nicht erfolgen. Dies wird dadurch erreicht, daß bei Minutenimpulsen über den Punkt N31 und den Widerstand R15 negatives Potential an die Basis von Transistor T4 gebracht wird, der dann während der Impulszeit nicht sperrt. Bei Sekundenimpulsen kommt über den Punkt N32 und den Widerstand R13 positives Potential an die Basis von Transistor T5 und der Transistor T4 bleibt

## INSTALLED POWER SUPPLY – DESCRIPTION

### Mains Supply

The supply from the 220/110 V AC mains is via the mains plug. The connection of the power cord to the circuit board is pluggable. Since the transformer is mounted isolated, only one primary fuse (Si1) is required. The 220 / 110V voltage on the primary side and the secondary 12V / 24V operation voltages can be switched on the transformer terminals after removing a protective cap (see bridge diagram). Using 4 diodes (G1 ... G4) in a bridge circuit, the AC voltage is rectified on the secondary side and smoothed with the charging capacitors C1 and C2, to DC voltage. A signal lamp for monitoring the mains voltage is connected to one of the two switchable windings (19 V ~) on the secondary side of the transformer and an AC voltage of 60 V is present at the points N23 and N24. The DC voltage is maintained at 13.2 V for 12 V operation and 26.4 V for 24 V operation by a control circuit (G5, T3, T2, T1 and R18). Via the current limiting resistors R7 and R8 and the diode G6, the two electrolyte-tight 12 V lead-acid batteries which take over the power supply in case of power failure, short-term interruptions or disturbances from the mains, are constantly charged with the voltage 13.2 V or 26.4 V. They can be switched for 12V or 24V operation. The supply of the master clock, the synchronous controller, the second divider and part of the second pulse amplifier is present at point N27. The minute and second sub-clock lines are fed via point N30.

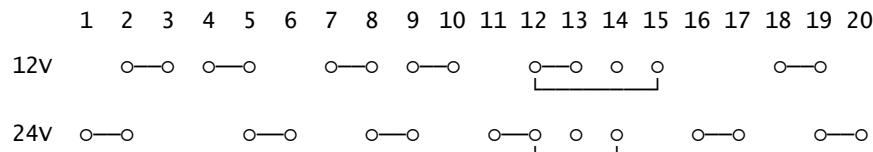
In order to avoid a deep discharge of the batteries in case of power failure, the voltage at the point N27 is switched off at approx. 10 V (12 V operation) or 20 V (24 V operation). As a result, the supply of the master clock is interrupted, the impulse and motion work are no longer controlled and thus the minute and second sub-clock lines are also without power. During a minute or second pulse, a shutdown cannot be done. This is accomplished by applying negative potential to the base of transistor T4 at minute pulses through point N31 and resistor R15, which then will not turn off during the pulse time. With second pulses, positive potential is applied to the base of transistor T5 via node N32 and resistor R13, leaving transistor T4 in the on state for 1/2 second. These measures ensure

dadurch 1/2 Sekunde im leitenden Zustand. Durch diese Maßnahmen verhindert man, daß keine verstümmelten Impulse zustande kommen können. Außerdem bleiben bei längerem Netzausfall, sowie Erschöpfung der Akkus die Nebenuhren der Minuten- und Sekunden-Nebenuhrlinien auf gleicher Zeit stehen.

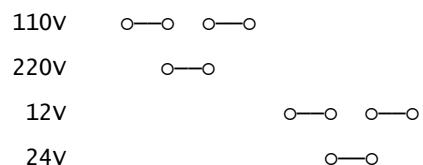
## Laden eines Akkumulators

Über die Punkte N26 und N28 kann ein Akku mit einem Ladestrom von max. 250 mA bei 24 V-Betrieb und 350 mA bei 12 V-Betrieb aufgeladen werden. Der hierfür in die Minusleitung eingefügte Strombegrenzungswiderstand 1 Ohm befindet sich auf der Anschlußplatte.

## Brückenschema Leiterplatte



## Brückenschema Transformator

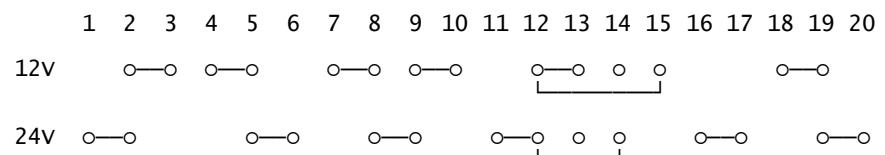


that no malformed impulses can come about. In addition, in case of prolonged power failure, as well as exhaustion of the batteries, the slave clocks of the minute and second sub-clock lines remain at the same time.

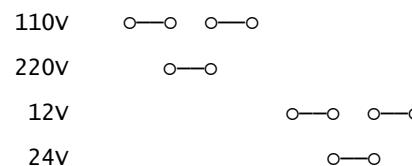
## Charging a battery

Via points N26 and N28, a battery with a charging current of max. 250 mA for 24 V operation and 350 mA for 12 V operation can be charged. The current limiting resistor of 1 ohm which is inserted in the negative side of the circuit, is located on the connection plate.

## PCB bridging scheme



## Transformer bridging scheme



## EINBAUSTROMVERSORGUNG – TECHNISCHE DATEN

Zulässige Umgebungstemperatur während des Betriebes	0 ...45° C	
Anschlußspannung	110/220 V + 10% -15% 47 ...63 Hz	
Eingangsscheinleistung	max. 20 VA	
Ausgangsnennspannung	12 V	24 V
Ausgangsspannung am Batteriehalter	13,2 V	26,4 V
Ausgangsspannung am Lastausgang ①	13,8 V	27,6 V
Abschaltspannung des Trennschalters bei zulässigem Laststrom(N27)	10,8 V ± 0,5 V 50 mA	21,2 V 100 mA
Zulässiger Laststrom an allen Ausgängen zusammen (N 26, N 27, N 30)		
dauernd	300 mA	200 mA
bis 45 min. oder 10% ED	450 mA	300 mA
Innenwiderstand am Ausgang N 26 ohne Fremdbatterie	<1,5 Ω	<1 Ω
Sicherung	Si 1: M (T) 0,125 A	Si 2: M(F) 0,315 A
Ladestrom für Fremdbatterie ②		
bei 2 V / Zelle	500 mA	400 mA
bei 1,75 V / Zelle	750 mA	500 mA

## INSTALLED POWER SUPPLY – TECHNICAL DATA

Permissible ambient temperature during operation	0 ...45° C	
Supply voltage	110/220 V + 10% -15% 47 ...63 Hz	
Input apparent power	max. 20 VA	
Rated output voltage	12 V	24 V
Output voltage at battery holder	13,2 V	26,4 V
Output voltage at load output ①	13,8 V	27,6 V
Cut-off voltage of the circuit breaker under permissible load current (N27)	10,8 V ± 0,5 V 50 mA	21,2 V 100 mA
Permissible total load current (outputs N 26, N 27, N 30)		
continuous	300 mA	200 mA
up to 45 min. or 10% duty cycle	450 mA	300 mA
Internal resistance at output N 26 without external battery	<1,5 Ω	<1 Ω
Fuses	Si 1: M (T) 0,125 A	Si 2: M(F) 0,315 A
Charging current for external battery ②		
2 V / cell	500 mA	400 mA
1,75 V / cell	750 mA	500 mA

**Empfohlene Sicherung in der  
Batteriezuleitung**      M 0,5 A      M 0,4 A

- ① Bei vollkommen geladener Batterie
- ② Um eine schnelle Ladung der Batterie zu ermöglichen, steigt die Ausgangsspannung mit dem Batterieladestrom an.

Bei 12 V      ca. 30 mV/mA  
Bei 24 V      ca. 60 mV/mA

**Recommended  
battery lead fuse**      M 0,5 A      M 0,4 A

- ① When the battery is fully charged
- ② To allow fast charging of the battery, the output voltage increases with the battery charging current.

12 V operation ca. 30 mV/mA  
24 V operation ca. 60 mV/mA

## HAUPTUHR - STEUERTEIL – SCHALTUNGSBESCHREIBUNG

### 1. Erzeugung der pendelgesteuerten $\frac{1}{2}$ Sek. Impulse.

Der durch den Transistor T2 gesteuerte Oszillator arbeitet im Rückkopplungsbetrieb und schwingt mit der Frequenz 18 – 20 kHz. Als frequenzbestimmendes Glied dient ein fest abgestimmter Schwingkreis in der Kollektorstrecke von T2. Die induktive Rückkopplung erfolgt über den Emitter-Basiskreis des gleichen Transistors. Bei Rechtsschwingung des Hauptuhrendipels wird das Kopplungs-Trennblech zwischen die Oszillatorenspulen geführt und damit deren Kopplung aufgehoben. Die Oszillatorschwingen setzt aus, so daß der Transistor T3 sich jetzt im nichtleitenden Zustand befindet. Somit wird der Transistor T4 von der Gegentakt-Endstufe über R8 leitend und ein, an den Klemmen S45 und S46, angeschlossenes Impuls- und Nachstellwerk, kann über den Kondensator C8 in einer Richtung angesteuert werden. Schwingt das Pendel nach links zurück so verläßt das Kopplungstrennblech die Oszillatorenspulen und die Oszillatorschwingung setzt wieder ein. Jetzt sind die Transistoren T3 sowie T5 leitend und es erfolgt über T5 eine Umladung von Kondensator C8. Das angeschlossene Impuls- und Nachstellwerk wird in der Gegenrichtung angesteuert.

An den Ausgängen S45 und S46 stehen polwechselnde  $\frac{1}{2}$  Sek. Impulse zur Verfügung.

Im Impuls- und Nachstellwerk werden die  $\frac{1}{2}$  Sekundenimpulse in Minutenimpulse für die Uhrenlinien umgesetzt.

Auf die gleiche Weise gelangen polwechselnde Impulse über den Kondensator C9 auf die Wicklung I der Antriebsspule AS.

Dadurch wird erreicht, daß bei Rechtschwingung des Pendels ein an ihm befestigter Dauermagnet beim Eintauchen in die Antriebsspule des Pendels durch die Feldverstärkung noch weiter hereingesogen wird. Bei Linksschwingung des Pendels, also beim Verlassen der Antriebsspule wird durch die entgegengesetzte Feldrichtung in der Wicklung I der Antriebsspule AS das Pendel abgestoßen. Hierdurch ist der Antrieb des Pendels gegeben.

## MASTER CLOCK – CONTROL UNIT – CIRCUIT DESCRIPTION

### 1. Generation of the swing-controlled $\frac{1}{2}$ sec pulses.

The oscillator controlled by transistor T2 operates in feedback mode and oscillates at a frequency of 18 – 20 kHz. The frequency is determined by a fixed tuned circuit in the collector path of T2. The inductive feedback takes place via the emitter-base circuit of the same transistor. When the master clock pendulum swings to the right, the coupling separating plate is guided between the oscillator coils and thus their coupling is suspended. The oscillator oscillates such that the transistor T3 is now in non-conducting state. Thus the transistor T4 of the push-pull output stage via R8 is conductive and the pulse and motion work, connected via terminals S45 and S46, can be controlled via the capacitor C8 in one direction. When the pendulum swings back to the left, the coupling partition leaves the oscillator coils and the oscillator starts again. Now, the transistors T3 and T5 are conductive and capacitor C8 is charged via T5. The connected pulse and motion work is controlled in the opposite direction.

Alternating  $\frac{1}{2}$  sec pulses are available at the outputs S45 and S46. In the pulse and motion work the  $\frac{1}{2}$  second pulses were converted into minute pulses for the slave clock lines.

In the same way, alternating pulses pass through the capacitor C9 to the winding I of the drive coil AS.

This ensures that, when the pendulum swings to the right, the permanent magnet attached to it is sucked even further into the drive coil of the pendulum by the field amplification. When the pendulum swings to the left, it is repelled as the magnet leaves the drive coil by the opposite field direction in the winding I of the drive coil AS. In this way, the pendulum is driven in both directions of swing.

## 2. Feinregulierung und Gleichlaufhaltung

### 2.1 Feinregulierung

Über den Drehwiderstand R15, den Widerstand R14 und die Wicklung I der Antriebsspule AS fließt ein statischer Gleichstrom, der die Pendelschwingung beeinflusst. Durch Verstellen von R15 wird eine Feinregulierung erreicht. Dreht man R15 von der 0-Stellung aus im Uhrzeigersinn, so schwingt das Pendel langsamer, im anderen Falle schneller.

### 2.2 Gleichlaufhaltung

Über die Wicklung II der Antriebsspule AS ist die Fremdbeeinflussung nach Betrag und Phase möglich. Mit einem Regler, der sich entweder innerhalb oder außerhalb der Hauptuhr befindet, kann eine Gleichlaufhaltung erfolgen. Bei Hauptuhren mit eingestecktem Regler und Brückung der Punkte 14, 15 und 17, 18 kommt über S40 und S41 sowie die Steckerpunkte 3 und 7 ein übergeordnetes Zeitnormal (Sollwert) zum Regler. Über die Steckerpunkte 39 und 41 wird die Stellgröße auf die Wicklung II der Antriebsspule AS geführt. Befindet sich der Regler außerhalb der Hauptuhr und sind die Punkte 13, 14 und 16, 17 gebrückt, so kommt über S40 und S41 die Stellgröße auf die Wicklung II der Antriebsspule AS.

Brückenschema	13 14 15 16 17 18
Fremdregulierung	○—○      ○—○
Gleichlaufregler eingesteckt	○—○      ○—○

## 3. Schalter, Spannungen und Sicherungen

### 3.1 Schalter

Schalter S1 unterbricht die Spannung der Minuten-Nebenuhrlinien. Mit Schalter 2 wird das Impuls- und Nachstellwerk abgeschaltet. Die Sekunden-Nebenuhrlinien werden durch Schalter 3 verstümmelfrei angehalten.

## 2. Fine regulation and synchronization

### 2.1 Fine regulation

A static DC current flows through the variable resistor R15, the resistor R14 and the winding I of the drive coil AS which influences the pendulum oscillation. Adjusting R15 achieves fine regulation. If you turn R15 clockwise from the 0 position, the pendulum swings slower, in the other direction, faster.

### 2.2 Synchronization modes

Via winding II of the drive coil AS, an external influence on the pendulum rate and phase is possible. With a controller, which can be either inside or outside the master clock, a synchronization can be done. For master clocks with the controller plugged in and bridging points 14, 15 and 17, 18 shorted, a higher-order time standard is sent to the controller via S40 and S41 as well as plug points 3 and 7. About the plug points 39 and 41, the manipulated variable is guided on the winding II of the drive coil AS. If the controller is outside the master clock and the bridging points 13, 14 and 16, 17 are shorted, then the manipulated variable is applied to the winding II of the drive coil AS via S40 and S41.

Bridge scheme	13 14 15 16 17 18
External regulation	○—○      ○—○
Constant velocity controller plugged in	○—○      ○—○

## 3. Switches, voltages and fuses

### 3.1 Switches

Switch S1 interrupts the voltage of the minute auxiliary lines. With switch 2, the pulse and motion work are switched off. The seconds slave clock lines are stopped by switch 3 in a glitch-free manner.

## 3.2 Spannungen

3.2.1 Die Betriebsspannung für die Hauptuhr beträgt immer 12 Volt Gleichspannung. Liegt eine höhere Spannung als 12 Volt an den Anschlüssen S36 (Einbaustromversorgung) oder S37 (Fremdspannung), so wird diese Spannung durch T1 und G1 auf 12 V stabilisiert.

Brückenschema	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Netzgerät eingebaut 12 V		○	○						
Netzgerät eingebaut 24 V		○	○						
Fremdeinspeisung 12 V		○	○	○					
Fremdeinspeisung 24 ... 60 V		○	○	○	○	○			

### 3.2.2 Minuten- und Sekunden-Nebenuhrlinien

Die Betriebsspannung für die Minuten- und Sekundennebenuhrlinien kann wahlweise 12 oder 24 V Gleichspannung bei eingebauter Stromversorgung, 12 ... 60 V Gleichspannung bei Fremdeinspeisung betragen. Die Spannung von der Einbaustromversorgung liegt an S34, die Fremdspannung an S37.  
Von den Anschlüssen S46 und S47 wird die Betriebsspannung für die Minutennebenuhrlinien zum Impuls- und Nachstellwerk geführt.

## 3.3 Sicherungen

Sicherung Si 1 ist die Hauptsicherung, Sicherung Si 2 dient zur Absicherung der Nebenuhrlinien.

Sicherung      Si 1    M 0,315  
                  Si 2    M 0,2,5

## 3.2 Voltages

3.2.1 The operating voltage for the master clock is always 12 volts DC. If a voltage higher than 12 V is applied to terminals S36 (built-in power supply) or S37 (external voltage), this voltage is regulated by T1 and G1 to 12V.

Bridge scheme	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Installed power supply 12 V		○	○						
Installed power supply 24 V		○	○						
External power supply 12 V		○	○	○					
External power supply 24 ... 60 V		○	○	○	○	○			

### 3.2.2 Minute and second slave clock lines

The operating voltage for the minute and second slave clock lines can be either 12 or 24 V DC with the built-in power supply or 12 ... 60 V DC with an external supply. The voltage from the built-in power supply is at S34, the external voltage at S37.

The operating voltage for the minute secondary clock lines is connected to the pulse and motion work from terminals S46 and S47.

## 3.3 Fuses

Fuse Si 1 is the main fuse; fuse Si 2 serves to protect the slave clock lines.

Fuse      Si 1    M 0,315  
                  Si 2    M 0,2,5

## 4. Zusätze

### 4.1 Sekundenteiler

Um Sekundennebenuhren ansteuern zu können, wird der Sekundenteiler benötigt. Er gestattet es, 1 - 2 Nebenuhren anzuschließen. Hierzu müssen Brücken zwischen die Punkte 1, 2 und 10, 11 eingelegt werden.

Brückenschema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sek.-Imp.-Ausg. ohne Verstärker	○—○									○—○	

### 4.2 Sekundenimpulsverstärker

Sollen mehr als 2 Sekunden-Nebenuhren angeschlossen werden, so ist der Sekundenimpulsverstärker notwendig.

### 4.3 Gleichlaufregler

Der Regler dient, wie bereits unter 2.2 erwähnt, zur Gleichlaufhaltung der elektronischen Pendelhauptuhr mit einem übergeordneten Zeitnormal. Bei Fremdeinspeisung mit 36 ... 60 V ist das Einsticken des Reglers nicht zulässig.

## 4. Add-Ons

### 4.1 Second divider

To be able to generate slave seconds impulses, the second divider is needed. It allows you to connect 1 - 2 slave clocks. For this you need to insert bridges between points 1, 2 and 10, 11.

Bridge Scheme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sec-Pulse output without amplifier	○—○									○—○	

### 4.2 Second pulse amplifier

If more than 2 second-impulsed slave clocks are to be connected, then the second pulse amplifier is necessary.

### 4.3 Synchronization controller

The controller is used, as already mentioned under 2.2, to synchronize the electronic pendulum master clock with a higher-level time standard. For external supply with 36 ... 60 V, plugging in the controller is not permitted.

## Notes

Terminals A9 and A10 output 60VAC directly from the PSU transformer secondary winding.

Terminals A19 or A21 can be used as a 0V reference.  
When using the internal PSU, terminal A8 (external battery +ve charge out) outputs 12V or 24V DC relative to A19/A21.

Left swings of the  $\frac{1}{2}$ s pendulum correspond to half-second indications on the slave dial. Right swings of the  $\frac{1}{2}$ s pendulum correspond to whole-second indications on the slave dial.

With R15 set to 0 s/d, the drive coil receives (on AS2 relative to AS1) a +3.75V pulse of approx. 20ms duration (steep leading edge, slowly decaying trailing edge) coincident with right pendulum swings and a -10V pulse of approx. 10ms duration (steep leading edge, slowly decaying trailing edge) coincident with left pendulum swings. A +0.4V DC offset is also applied to the coil at all times. With R15 set to +4 s/d, the DC offset reduces to +0.2V. With R15 set to -4 s/d, the DC offset increases to +0.65V.

The coil connected between terminals A15 and A16 has a resistance of  $330\Omega$ . When links 13 and 14 are bridged, A15 is connected to terminal AS4 of the coil. When links 16 and 17 are bridged, A16 is connected to terminal AS3 of the coil. A +ve voltage on A15 relative to A16 (AS4 relative to AS3) has the same effect as increasing the +ve offset to the impulses on AS2 relative to AS1, i.e. it decreases the rate of the clock.

For PPS regulation, a 12V pulse of 10ms duration works well and does not result in excessive pendulum amplitude. With a 12V, 10ms PPS, the pendulum system settles to a state where the +ve drive coil pulses occur approx. 100ms before the PPS. A delay of approx. 100ms to the PPS will therefore ensure that the +ve drive coil pulse (and therefore advancing of the pilot dial second hand to whole seconds) aligns with the original PPS source.