

Tenupol-3

Instruction Manual
Gebrauchsanweisung
Mode d'emploi

Spare Parts and Diagrams



Table of Contents	Page
Instruction Manual.....	1
Gebrauchsanweisung	28
Mode d'emploi.....	59
Spare Parts and Diagrams	89

Instruction Manual

Always state *Serial No* and *Voltage/frequency* if you have technical questions or when ordering spare parts. You will find the Serial No. and Voltage on the type plate of the machine itself. We may also need the *Date* and *Article No* of the manual. This information is found on the front cover.

The following restrictions should be observed, as violation of the restrictions may cause cancellation of Struers legal obligations:

Instruction Manuals: Struers Instruction Manual may only be used in connection with Struers equipment covered by the Instruction Manual.

Service Manuals: Struers Service Manual may only be used by a trained technician authorised by Struers. The Service Manual may only be used in connection with Struers equipment covered by the Service Manual.

Struers assumes no responsibility for errors in the manual text/illustrations. The information in this manual is subject to change without notice. The manual may mention accessories or parts not included in the present version of the equipment.

The contents of this manual are the property of Struers. Reproduction of any part of this manual without the written permission of Struers is not allowed.

All rights reserved. © Struers 1997.

Struers A/S
Valhøjs Allé 176
DK-2610 Rødovre/Copenhagen
Denmark
Telephone +45 36 70 35 00
Fax +45 38 27 27 01



Tenupol-3 Safety Precaution Sheet

To be read carefully before use

1. The operator must be fully instructed in the use of the instrument, according to this manual.
2. The operator must be fully instructed in the use of the electrolytes used with Tenupol-3.
3. Observe the current safety precautions regarding the handling, mixing, filling and disposal of the electrolyte.
Material Safety Data Sheets on request.
4. Check the model plate and the mains voltage selector prior to the power supply connection.
5. Check that the polishing unit is standing firmly on the support in order not to tip over.
6. Do not leave the instrument unattended when filled with electrolyte.
7. The polishing process develops heat. Keep the electrolyte temperature below the flashpoint of the actual electrolyte.

The equipment is designed for use with consumables supplied by Struers. If subjected to misuse, improper installation, alteration, neglect, accident or improper repair, Struers will accept no responsibility for damage(s) to the user or the equipment.

Dismantling of any part of the equipment, during service or repair, should always be performed by a qualified technician (electromechanical, electronic, mechanical, pneumatic, etc.)

Table of Contents		Page
1. Installation	.....	4
1.1. Packing List	.....	4
1.2. Placing	.....	4
1.3. Mounting and Connection of the Individual Units	.....	5
1.4. Safety Precautions	.....	6
2. Operation	.....	8
2.1. Introduction	.....	8
2.2. Application	.....	8
2.3. Function	.....	8
2.4. Design	.....	9
2.5. Operation of Control Unit	.....	11
2.6. Operating the Polishing Unit	.....	14
2.7. Operation Parameters	.....	16
2.8. Pre-treatment of the Specimen	.....	18
2.9. Thinning, General	.....	19
2.10. Thinning Examples	.....	21
2.11. Electrolytes	.....	21
2.12. Polishing Defects	.....	22
3. Accessories	.....	24
4. Maintenance	.....	25
4.1. Polishing Unit	.....	25
4.2. Control Unit	.....	25
5. Trouble-Shooting	.....	26
6. Technical Data	.....	27

1. Installation

1.1. Packing List

- 1 Control unit with cable for connection to main power supply
- 1 Polishing unit with polishing cell, cover for polishing cell, built-in IR-transmitter/receiver, cooling coil and pump system as well as cable and plug connector for control unit
- 1 Thermometer pocket
- 1 Thermometer +20/-50°C
- 1 Specimen holder for 03 mm specimens
- 1 Jet holders, inside diameter 1 mm, set with 2 pcs.
- 1 PVC-reservoir, insulated
- 1 PVC-reservoir, uninsulated
- 2 Ø8 mm tube for cooling coil, 2x1 m.
- 1 Jet holder with ascending tube
- 1 Return tube

1.2. Placing

Tenupol-3 is a stationary instrument for setting up in a laboratory. This implies that the instrument must be placed on a plane and horizontal table. The table must be resistant to chemicals. It is recommended to place the polishing unit on a piece of impregnated paper or some other easily replaceable protective foil.

Please note that the electrolytes to be used may result in demands for local exhaust or installation in fume cupboard.

The control unit can either be placed next to the polishing unit or on a shelf above the polishing unit. If placed on a table next to the polishing unit the operating convenience can be increased by placing the control unit with the built-in legs in an inclined position.

1.3. Mounting and Connection of the Individual Units

1.3.1. Polishing Unit

Place the base plate with pump, polishing cell etc. on top of the insulated PVC-reservoir. The cooling coil and the pump must be immersed in the reservoir. The pump motor and polishing cell must turn upwards (see fig. 11).

Put the thermometer pocket in the drilled hole (Fig. 2.5) between the polishing cell and the pump motor. Put the thermometer into the pocket.

Mount the two jet holders and the specimen holder as described in sections OPERATION.

Connect the polishing unit to the control unit. Connect the multi plug to the socket on the right hand side of the control unit and fasten the coupling nut of the plug. The fastening is done by hand, without use of spanners or other tools.

Connect the cooling coil to a separate cooling unit, to the water pipe, or to some other cooling arrangement which meets all technical and safety regulations as well as any possible restrictions on consumption of water resources.

Alternatively, the uninsulated vessel can be used as electrolyte reservoir. Thus, a cooling effect can be obtained if this reservoir is placed in an ice bath or another cooling bath.

1.3.2. Control Unit

On the left hand side of the instrument (Fig. 1.3) a mains voltage switch is placed. Check that it is set according to the actual supply voltage.

The power cord supplied with the instrument is mounted in the corresponding socket on the left hand side of the instrument (Fig. 1.4) and then connected to the mains.

On the lower side of the instrument, approx. 5 cm from the front edge, foldable legs (Fig. 1.5) are mounted at both sides. These legs can be used if it is required that the front plate of the control unit should be more inclined.

1.4. Safety Precautions

1.4.1. *Electrolytes*

The electrolytes mentioned in section OPERATION can be used without involving any risk for user or equipment if the safety precautions stated for these electrolytes are followed.

Some of the electrolytes contain perchloric acid. See section OPERATION for further information.

Tenupol-3 is designed for use with electrolytes recommended by Struers. Other electrolytes, e.g. electrolytes containing strong bases or acids, may harm the construction or endanger the safety of the user.

Note that many electrolytes contain alcohol or other inflammable solvents. Make sure that all safety precautions are followed when using such electrolytes.

It is essential that the user is fully trained in the use of Tenupol-3 as well as the electrolytes involved.

When cleaning the instrument after use, make sure that no electrolyte is allowed to dry and/or crystallize inside the instrument or on the polished material.

1.4.2. *Perchloric Acid*

Electrolytes from Struers with the prefix A consist of approx. 11 stock solution, to which from 15 to 90 ml perchloric acid (60%) is added. Thus, the ready-made electrolyte will contain from 1 to 5% perchloric acid.

Electrolytes with such a low content of perchloric acid will not imply considerable elements of risk. Before mixing, however, there will be 60% perchloric acid present. Therefore, the following safety precautions for perchloric acid must be observed:

- A. *Training operators*
- All personnel involved in the mixing, use, storage, transportation, and disposal of the electrolytes or its components, should be thoroughly trained in the perchloric acid precautions.
 - Great importance must be attached to precautions against inhalation of vapors of the solution or its components, against skin contact, mixing and overheating, and concerning storage and disposal methods.
- B. *Mixing the solution*
- Add the perchloric acid to the solvent/water mixture slowly, stirring continuously, in a water bath with temperature control.
 - The mixing must take place in a ventilated chemical fume hood designed for perchloric acid use.
 - The operator(s) must use the listed protective clothing or devices: full face shield or splash goggles, rubber gloves and lab coat or coveralls.
 - Avoid the use of any combustible or carbonaceous containers, reaction vessels, spill pans, storage shelves, or materials of this type when dealing with the acid.
- C. *Storage of the perchloric acid or solution*
- Do not permit any acid to crystallize on bottle necks, caps, or anywhere else.
 - Store in secure, ventilated area with metal, glass, or ceramic spill catch pan.
 - Store away from other chemicals, combustible materials, and organics.
 - Do not permit solutions to dry out under any circumstances.
- D. *Fire and explosion hazards*
- 60% perchloric acid is classified as a Material that will not burn, but caution should be taken against their coming in contact with organic material which could cause an explosion.
 - Fire fighting should be done from a protected location. Extinguish with water spray.
 - Do not produce anhydrous perchloric acid, either from its salts or from aqueous solutions, e.g. by heating with high boiling acids or dehydrating agents, such as sulfuric acid or phosphorous pentoxide. In addition to spontaneous explosion, the anhydrous acid explodes instantaneously in contact with oxidizable organic materials.
 - The use or storage of perchloric acid should be limited to quantities less than 500 g per hood.
- E. *Disposal*
- Follow local regulations when residues are to be disposed of.
 - Dilution and/or neutralization are the normally recommended methods of disposal for the electrolyte.

2. Operation

2.1. Introduction

Tenupol-3 comprises a base plate with a polishing cell, a built-in, infrared detector system, a cooling coil and a pump system, all placed on top of a PVC-reservoir for electrolyte. The electrical parts, pump etc. are connected to a separate control and power supply unit through a single cable.

2.2. Application

Tenupol-3 is an automatic instrument for electrolytic thinning of specimens for Transmission Electron Microscopy and other methods of examination where the thickness of the specimens must correspond to or be smaller than the grain size of the examined material.

2.3. Function

A specimen, normally max. 0.5 mm thick and with a diameter of 3 mm, is placed between two immersed jets. A pump system sends a flow of electrolyte through the jets against the specimen.

An electric circuit is established with a DC-power supply, with a cathode placed in the electrolyte and with the specimen connected as anode.

When the electric circuit is closed, material will be removed electrolytically from the specimen. This results in the forming of a small hole in the middle of the specimen if the correct operating parameters have been used.

The edge of the hole will have a V-shaped cross section. The point of this "V" will have the thickness required for the further structural examinations.

In Tenupol-3 the hole is detected by an infrared detector system, which automatically cuts off the process. The liquid flow rate and the voltage can be controlled from the control unit.

2.4. Design

The instrument comprises the following main parts:

2.4.1. Control Unit

A cable connects the polishing unit to the control unit. The cable contains all connections to the polishing chamber, pump and IR transmitter/receiver. The connection is done with a multi-plug on the right hand side of the control unit. The sturdy steel cabinet contains power supply, electronics and regulations for polishing voltage, photo sensitivity, flow rate and timer. Two indicating instruments indicate voltage and current respectively during the process.

It is possible to compensate for deviations of different electrolytes by setting the instrument in "Adjust Mode". In this mode Flow rate can be optimized to the electrolyte in question.

2.4.2. Polishing Unit

The polishing unit comprises a PVC base plate (Fig. 2.1) on which the pump system (Fig. 2.2), the polishing cell (Fig. 2.3) with jets and specimen holder, a cooling coil (Fig. 2.4) as well as a thermometer (Fig. 2.5) are mounted. Depending on the chosen cooling method the base plate is placed on an insulated or non-insulated PVC-reservoir.

Pump system (Fig. 3)

The electrolyte pump (Fig. 3.1) is a pressure pump made of PVC, which presses the liquid up through a Y-tube connection to the two symmetric polishing chambers in the polishing cell. The pump motor (Fig. 3.2) on top of the base plate is covered by a housing made of anodized aluminium (Fig. 3.3) and PVC (Fig. 3.4). The bearings of the motor are sealed from electrolyte-vapors and splashing by a V-ring seal (Fig. 3.5), which is mounted on the motor shaft.

The polishing cell (Fig. 4)

Electrolyte is pumped up into two symmetrical chambers (Fig. 4.1) in the polishing cell from the above mentioned connection of the Y-tube. The polishing cell is made of PVC. The electrolyte passes from the two chambers through the two jets (Fig. 4.2), hits the specimen in the specimen holder (Fig. 4.3), and returns to the reservoir.

In the middle part of the polishing cell a spring contact (Fig. 4.4) is built-in so that the specimen holder is connected to the polishing circuit.

The IR-transmitter and -receiver (Fig. 4.9) respectively are mounted in the two symmetrical end covers (Fig. 4.5). The IR-detector system is operated from the front plate of the control unit.

Jets (Fig. 5 and 6)

The two jets and jet holders are made of PVC. The standard jets have an inside diameter of 1 mm and are normally used together with the 3 mm or 2.3 mm specimen holders. The jet holders are also available with jets of Ø2.5 mm for use with 10 mm specimen holders or highly viscous electrolytes (see section ACCESSORIES).

The individual jet is wound with a helix of platinum wire which functions as a cathode. The platinum wire is connected to the socket at the side of the jet holder. When the jet holders are mounted in the polishing cell the two banana plugs are plugged into the sockets (Fig. 5.1), whereby the platinum wires are connected to the polishing circuit.

Specimen holders (Fig. 7)

The standard specimen holder which is supplied with the apparatus is made of PVC with carbon reinforced teflon insertions and is designed for thinning of specimens with diameter 3 mm and max. thickness 0.5 mm. The specimen is placed in a platinum fixture (Fig. 7.4), which by means of a stainless steel contact part (Fig. 7.5) is connected to the polishing circuit when lowered into the polishing cell.

One half part of the specimen holder carries the platinum fixture and the contact part. The other half part has a displaceable diaphragm (Fig. 7.3). The displaceable diaphragm implies that the thickness of the specimen (less than 0.5 mm) is not a critical problem when retaining the specimen in the holder.

Specimen holders for Ø2.3 mm specimens and holders with 10 mm inside diameter are available as accessories (See section ACCESSORIES).

*Cooling coil
and thermometer (Fig. 2)*

On the lower side of the base plate the corrosion resistant cooling coil (Fig. 2.4) is fixed so that the hose connectors (Fig. 2.6) are located on the rear edge of the base plate. Depending on the chosen cooling method, either hoses from a cold water tap or a separate recirculating cooling unit is connected.

In the thermometer pocket (Fig. 2.5) a thermometer -50/+20°C is placed. If an operation requires a different range, the thermometer can easily be replaced.

PVC-reservoir

The standard equipment comprises both an insulated and an uninsulated PVC-reservoir. The insulated reservoir is normally used when the electrolyte is cooled by the cooling coil. The uninsulated reservoir is used when cooling is done by an ice bath or the like.

2.5. Operation of Control Unit

When Tenupol-3 has been installed and connected as described in section INSTALLATION the instrument is switched on/off by using the main switch O/I on the top left hand side of the front plate (Fig. 10.1).

When the instrument is switched on the square indicator lamp (Fig. 10.2) is lit.

Note that the main switch together with the Start/Stop button is used to set the instrument in "Adjust Mode". The procedure is described in section OPERATION, Operation Parameters.

2.5.1. Controls

*Switch for voltage range
(Fig. 10.3)*

With the switch, it is possible to work in two voltage ranges. The low range, 5-45 V, is typically used for polishing aluminium, copper and brass. The high range, 15-120 V, is typically used for stainless steels and iron, as well as for pre-thinning and electrolytical blanking in the specimen holder with 10 mm inside diameter.

*Adjusting knob for setting
the polishing voltage (Fig. 10.4)*

When the required voltage range has been selected the polishing voltage can be set by using the double dial on the adjusting knob. Note that the voltmeter only deflects during the polishing process.

*Switch for ammeter range
(Fig. 10.6)*

The ammeter shows the current in the polishing circuit during the process. The dial range suitable for the actual process is selected with the switch, i.e. either 0-0.5 A or 0-5 A.

*Adjusting knob for
flow rate (Fig. 10.8)*

The rate of revolution of the pump motor and consequently also the flow rate of the electrolyte through the jets in the polishing chamber is controlled by the adjusting knob. The arbitrary dial from 1-10 is approximately proportional to the flow, so that 1 is lowest flow and 10 is highest flow.

*Adjusting screw for
flow rate (Fig. 10.9)*

The adjusting screw moves the minimum range for the flow rate adjusting knob. When turning the screw counter-clockwise the whole minimum range is moved downwards. Correspondingly, the whole minimum range is moved upwards when turning clockwise. The procedure is described in detail in section OPERATION, Operation Parameters.

*Adjusting knob for
photo sensitivity (Fig. 10.10)*

With this knob a potentiometric regulation of the IR-photo system sensitivity can be made. Pos. 10 on the scale gives the highest sensitivity causing the smallest hole.

Adjusting screw for photo sensitivity (Fig. 10.11)

With the adjusting screw the dial range for the photo sensitivity is moved. When the screw is turned counter clockwise the intensification of the signal from the photo cell is reduced, and reverse, when it is turned clockwise. The ratio between the luminous intensities in the two outer positions is approx. 1:4. The procedure is described in detail in section OPERATION, Operation Parameters.

Adjusting knob for timer (Fig. 10.12)

When pre-thinning and blanking electrolytically it may be an advantage to perform the polishing with time control. The process is then carried out in the preset span of time. The photo cell system will switch off the process before the set time is out (photo sensitivity higher than 0), if a hole unexpectedly develops in the specimen.

Push button for Start/stop (Fig. 10.13)

The start/stop-button is activated when the process parameters are set, just as the polishing unit must be prepared for a process performance as far as electrolyte, jets, specimen holder etc. are concerned. The process is automatically switched off, either when the IR-detector system registers a hole in the specimen, or if the preset time on the timer is out.

The process can be switched off manually by re-activating the Start/Stop-button. Switching off the process is marked by a sound signal, whether it is switched off manually or automatically.

The push-button is also used together with the main switch (Fig. 10.1) when the instrument is set in "Adjust Mode" for adjusting the flow rate. The procedure is described in section OPERATION, Operation Parameters

2.5.2. Reading of Instruments and Indicators

Voltmeter (Fig. 10.5)

The voltmeter is a double dial instrument with max. reading for 40 V and 120 V respectively. Change-over between the two dial ranges is done automatically when selecting voltage range with the switch (Fig. 10.3). The voltmeter is cut in when the polishing is started on the push button Start/Stop.

Ammeter (Fig. 10.7)

The ammeter is a dial instrument with max. deflection for 5 A. With the selector button (Fig. 10.6) the deflection range can be changed in the scale 1:10 so that full deflection corresponds to 0.5 A. Always start with the setting 5 A if the current is not known in advance in the actual process.

Start/Stop-diode (Fig. 10.14)

This diode indicates whether the IR-detector, depending on the preset photo sensitivity, registers infrared light from the transmitter. The diode can light either green or red, so that:

Red means light transmittance. I.e. there is no specimen holder in the polishing cell or, there is no specimen in the specimen holder. When the diode lights red the polishing cannot be started by activating the start button.

Green means that there is no light transmittance. I.e. the light beam is blocked by the specimen, presuming that the specimen holder is mounted correctly in the polishing cell. The polishing can be started when the diode lights green.

Polishing-diode (Fig. 10.15)

With the color red the diode indicates that the polishing has started, and with the color yellow that the instrument is in "Adjust Mode":

Red indicates that there is a current in the polishing circuit, a current which can be read on the ammeter. Note that the red reading comes a few seconds after activating the start button. Before the polishing process starts the pump works for a short time at full speed in order to fill the liquid system with electrolyte. When this is done the rate of revolution decreases to the preset rate on the "Flow rate" knob, and the polishing circuit is closed.

Note that a polishing current should be read on the ammeter. If the polishing diode lights red, while the ammeter shows 0. there is no current. The reason for this may e.g. be faulty mounting of the specimen in the specimen holder, that the specimen holder is not mounted correctly in the specimen holder, that the electrodes in the jet holders have not been correctly connected, that there is breakage and faults in the wire connections, or other faults in the polishing circuit.

*Lamp for
Thermal Overload (Fig. 10.17)*

A thermal fuse is built into the transformer. This overload fuse cuts out the transformer at 110°C. The lamp for thermal overload indicates the cutting out by lighting yellow. The fuse cuts in the transformer when it has been sufficiently cooled (normally approx. 20 min).

Automatic fuse 2 A (Fig. 10.16)

Tenupol-3 is protected against overload by an automatic fuse in the primary side of the transformer. When overloaded, the signal button of the fuse springs out. After 15-20 sec, when the fuse has become sufficiently cooled off, the signal button can be reset and the instrument is ready for use again. First, examine whether the fuse has been released by faults, which have to be repaired before starting to use the instrument again.

Automatic fuse 5 A (Fig. 13.1)

The polishing circuit is secured against overload and short circuit with a 5 A automatic fuse. The signal button is released in case of overload or short circuit. After 15-20 seconds it can be reset. First, examine whether the fuse has been released by faults, which have to be repaired before starting to use the instrument again.

Sound signal

When the polishing is stopped, either by the IR-detector, or by the timer this is marked by a built-in signal, which gives off a short audible warning signal three times.

2.6. Operating the Polishing Unit

It is assumed in the following that the mounting instructions under point 5.2.1 have been followed.

2.6.1. *Dismantling and Assembling the Specimen Holder*

To dismantle the two main parts of the specimen holder turn them a little in relation to each other. Now, they can easily be dismantled.

One half of the specimen holder (Fig. 7.1) contains a displaceable diaphragm (Fig. 7.3) This diaphragm can now be pressed out from the rear side.

When assembling the specimen holder (with specimen) the procedure is:

- The two halves are clicked together (the click is heard). The displaceable diaphragm must not be inserted.
- Without the displaceable diaphragm inserted, the specimen holder is placed on a table in such a way that the big cut-out where the diaphragm has to be inserted, turns upward. The platinum strip (Fig. 7.4) will be visible through the cut-out.
- The specimen is now placed in the aperture of the platinum strip over the diaphragm opening (Fig. 7.6) in the bottom half (Fig. 7.2).
- Then the displaceable diaphragm is pressed down into the cut-out, until it fits tightly against the specimen.
- Now the specimen holder can be mounted in the polishing cell with the contact piece facing the pump motor. Remember to press the holder completely down into the polishing cell (See Fig. 9).
- When the polishing is finished, the holder is removed from the polishing cell and placed in a beaker with water or water/alcohol mixture. Now the holder can be opened so that the specimen "falls" out into the beaker. The holder may also be taken out of the beaker and rinsed with a washing bottle. In that case, the holder is opened and the specimen taken out with forceps or the like.

2.6.2. *Mounting of Jet Holders*

The jet holders are equipped with a long sleeve which fits into a corresponding groove in the polishing cell. The holders are inserted and taken out in the longitudinal direction of the polishing cell. The procedure is as follows:

- Place one jet holder in the polishing chamber and slide the sleeve into the groove until the holder fits tightly against the back wall of the chamber.
- Mount the other jet holder similarly at the other side of the chamber. The cut-outs at the top of the holders provide the necessary space for the fingers (Fig. 6.1). Do not use force. Slide the jets at a right angle to the polishing cell aperture.
- Connect the two banana plugs in the corresponding sockets in the holders, one plug in each holder (Fig. 5.1).
- Place the protective casing over the polishing cell (see Fig. 12).

2.6.3. Filling and Emptying of Electrolyte

The volume corresponding to 1 liter is marked on the inside of the electrolyte container. There must be at least 0.7 liter in the reservoir, but it is recommended to use 1 liter.

If there is too little fluid, the pump may suck air into the liquid stream, thereby disturbing the polishing. On the other hand, there is no point in using more than one liter of fluid.

Procedure, filling

- Prepare 1 liter electrolyte according to the prescribed regulations for the electrolyte.
- Place the base plate with motor, cooling coil etc. on the electrolyte reservoir which is not being used.
- Pour the prepared electrolyte into the reservoir (insulated/uninsulated), which is to be used during the polishing processes.
- Move the base plate back to the reservoir filled with electrolyte.

Procedure, emptying

- Move the base plate from the reservoir filled with electrolyte to the reservoir which is not being used. This might be filled with water so that the first cleaning with water can start.
- If the electrolyte is to be re-used, it is poured back into its original packaging or into another resistant packaging which is duly marked. Funnel, gloves, ventilation as well as all other prescribed equipment must be used during emptying.
- If the electrolyte is not to be used again, it should be filled into a container suitable for disposal procedures. Please observe the local regulations and instructions for disposal.
- Clean the polishing unit by pumping water through the polishing cell instead of electrolyte. Make three to four successive flushings by changing from one reservoir to another. Between the changes fresh water is poured into the reservoirs.
- After the final flushing, specimen holder and jet holders are taken out and left to dry. The reservoirs and the polishing unit should be dried with a damp cloth.

2.6.4. Cooling of Electrolyte

For two main reasons it is necessary to cool the electrolyte during use, i.e.:

- In most cases the best polishing results are obtained if the electrolyte is cooled down (See section OPERATION, Electrolytes).
- For safety reasons; because of the fire hazard, evaporation of alcohol etc. it is necessary to cool the electrolyte to a temperature below its flash point.

With Tenupol-3 it is possible to cool the electrolyte by using either the built-in cooling coil or by immersing the uninsulated reservoir in an ice bath.

2.7. Operation Parameters

2.7.1. Adjust Mode

For basic adjustment of flow rate, the apparatus should be in "Adjust Mode". In this mode the normal switch-off security systems and the polishing circuit are not in operation.

Set the apparatus in "Adjust Mode" as follows:

- Replace the rear jet holder by the jet holder with the ascending tube.
- Remove the thermometer from the polishing cell.
- Place the return tube in the thermometer pocket and make sure that the ascending tube goes inside the return tube.
- Place a specimen holder, with a specimen inserted, in the polishing cell.
- Adjust the flow rate to minimum (turn the flow rate knob counter-clockwise).
- Switch off the power switch.
- With the Start/Stop-button activated, turn on the power switch.
- Release the Start/Stop-button.
- Now the motor is working with the low flow rate and the light of the polishing diode is yellow. Dependent on other factors the light of the Start/Stop-diode may be either red or green.

Disconnect "Adjust Mode" in the following way:

- Disconnect "Adjust Mode" either by pushing the Start/Stop-button or by switching off the main switch.
- Remove the specimen holder from the polishing cell.
- Replace the jet holder with ascending tube by the holder with cathode.
- Remove the return tube and insert the thermometer.

NB

Clean the jet holder with the ascending tube
and the return tube with alcohol after use.

2.7.2. Basic Setting of Flow Rate

Different electrolytes can have different viscosity and wetting qualities. Therefore the flow rate should be set at zero each time another electrolyte is to be used.

- Set the apparatus in "Adjust Mode" according to section OPERATION, Operation Parameters.
NB If the tube should contain any air bubbles, repeat the start of the apparatus.
- Set the flow rate at zero by turning the adjusting screw (fig. 10.9) with a screw driver. The zero point is found by adjusting the liquid column so that it is just visible at the passage from the jet holder to the ascending tube.
- Now the flow rate has been set at zero on a liquid column of 0 mm.
- Note the settings of the flow rate knob for liquid columns from 0-200 mm with intervals of 20 mm (measure the liquid column with a ruler).
NB If the liquid column has to be measured often, the tube can be marked with a speedmarker for every 20 mm.
- Disconnect "Adjust Mode" according to section OPERATION, Operation Parameters.
NB By going through the above procedure each time another electrolyte is used, the operator will ensure that the same flow rate will always be used during the preparation.

2.7.3. Basic Setting of Photo Sensitivity

On delivery, the gain adjusting screw for the photocell amplifier (Fig. 10.11) is adjusted so that the apparatus when holding water is switched off when a sample has a hole of 0130 μm . The photo sensitivity knob (Fig. 10.10) must be set on 2.5.

Normally no re-adjusting of the photocell amplifier is required. The amplification is reduced when turning counter clockwise, and increased when turning clockwise. A smaller amplification gives a bigger hole and vice versa. There is, however, a limit, how small the hole size can be. This lower limit should be achieved by setting the photo sensitivity on 10.

If a re-adjusting of the photocell amplifier is required the procedure is as follows:

- Choose a material and an electrolyte which notoriously give good results.
- Set the gain adjusting screw for the photocell amplifier in the middle position.
- Set the photo sensitivity on 1.
- Make a sample.
- Measure the hole of the sample (the hole must be near the center). The hole must have an average diameter of about 200 μm . If not, the photo sensitivity must be adjusted until a hole size of about 200 μm diameter can be achieved in a new sample. See section OPERATION.
- Place a sample with a hole of 200 μm diameter in the sample holder.
- Place the sample holder in the apparatus.
- Dismount the wires to the jet holders.
- Turn the gain adjusting screw for the photocell amplifier as much as possible counter clockwise.
- Set the photo sensitivity on 1.
- Start the apparatus with the Start/Stop knob.

- Turn the gain adjusting screw for the photocell amplifier clockwise until the process is switched off.

As an extra check a polishing with the photo sensitivity set on 10 can be made. The preparation of a new sample should then give a hole of 60-100 µm diameter. If not, try to re-adjust the photocell amplifier. Turning the adjusting screw counter clockwise gives a bigger hole, and turning clockwise gives a smaller hole. If a smaller hole cannot be achieved, the limit for what is obtainable has been reached.

2.8. Pre-treatment of the Specimen

The purpose of pre-treatment is to prepare discs of 3 mm (2.3 mm) diameter thickness 0.1 to 0.5 mm. Methods such as spark-machining or mechanical turning and cutting are well known.

The preparation can also be done on the Tenupol-3 (7.3.1 and 7.3.2), the original sample being a cut-off disc, thickness max. 1 mm, diameter max. 21 mm. Such a disc may e.g. be cut on the Discotom cut-off machine in the following way: a plane metal block is clamped as a stop at a distance of 0.4-2 mm from the side of the cut-off wheel. A plane face on the metal, which later is to be thinned, is pressed against the stop block and clamped. When cutting-off in the normal way, the metal between the stop block and the cut-off wheel will be parted off as a disc. The metal stop block takes care of the cooling of the disc and ensures that the cut-off wheel is not bent. The parted-off disc is now ground down on abrasive paper, e.g. on Knuth-Rotor. It is recommended to fix the disc to a plane block of metal by double-adhesive tape. It is ground first on one side, then on the other on the rotating disc, finished with grain 1000 paper and should then be max. 1 mm thick.

When the specimen has been made ready for preparation, it is important to avoid oxidation or any fouling of the specimen as this may cause the specimen not to be satisfactorily polished on Tenupol-3.

If the specimen has been punched out of a foil, it must be fineground on both sides to remove any impurities before preparation on Tenupol-3.

2.9. Thinning, General

Pour about 1 liter of the electrolyte suitable for the metal in question (see section OPERATION, Operation Parameters) into the electrolyte tank. Adjust the temperature. Place the jets in the polishing cell. Usually 1 mm jets are used for 3 mm (2.3 mm) specimens and 2.5 mm jets for the 10 mm specimen holder, but the 2.5 mm jets may also be used for the 3 mm (2.3 mm) specimens if a nearly stagnant electrolyte is used.

The specimen is placed in the holder so that it comes into contact with the platinum. The holder is closed and slid down into the cell. The voltage-source is switched on and set to the value chosen for the polishing. Also the pump speed is set to the chosen value, 1-4: slow, 4-6: middle, 6- 10: fast. The mains switch (start/stop) is closed, whereby the illumination lamp lights up. The switch "start/stop" is closed. The pump now starts. After 3 seconds the polishing chambers are filled and when the pump speed drops the polishing circuit is closed automatically. It is now possible to readjust current, voltage and pump speed. If in doubt how much electrolyte is passing the cell the user may lift the front edge of the support plate a little to watch the flow. The proper moment to stop the process depends on whether pre-thinning, electrolytic blanking or final thinning is going on. The process is terminated either by the photocell at the moment of perforation, by stop after end of timer (NB if you want smallest possible hole do not use the timer), or by switching off the motor and polishing current by the switch "start/stop". The smallest possible hole will always be achieved by turning the adjusting screw maximally clockwise and set the photosensitivity button on 10 on the scale. The specimen holder is at once drawn up and opened in a rinsing bath, whereby the specimen will fall out. If another polishing is not to be done at once, it is recommended to switch off the mains voltage as well.

2.9.1. Pre-thinning

The cut-off and possibly preground plate can be pre-thinned by means of the specimen holder providing bilateral polishing of an area of 10 mm diameter (TETMA). To fit the specimen holder, the plate must not be more than 1 mm thick and not more than 21 mm diameter. The 2.5 mm jets are used (extra equipment TETET). The polishing should not be carried on to perforation. In most cases 5 minutes will be enough. After pre-thinning the thickness should be 0.1-0.5 mm. Time is controlled with the timer.

2.9.2. “Electrolytic Blanking”

When equipped with the 2.5 mm jets the Tenupol-3 may be used for cutting out 3 mm (2,3 mm) specimens electrolytically in the 10 mm specimen holder. The larger specimen, which should be 0.1-0.5 mm thick, is first degreased in alcohol. One side of the specimen is covered completely with a special acid-resistant tape, having an acid-resistant adhesive. On the other side are stuck 1-4 discs of tape of 3 mm (2.3 mm) diameter within a circle of 10 mm diameter. The tape is available as a kit (accessory: TENKI). The tape must be pressed securely against the metal. The specimen is now put into the specimen holder, so that there is a free area, which can be polished away, around the small tape discs. When the holder has been put into the cell the cathode on the side, where the specimen is completely covered, is disconnected by pulling out the banana plug. The specimen is then polished in the usual way until the exposed area has disappeared. The 3 mm (2.3 mm) metal specimens will now be present under the tape discs. They are disengaged, washed and are ready for the final thinning.

The standard supplied jet holders have jets with an inside diameter of 1 mm. For thinning and electrolytic blanking with the 10 mm specimen holder, however, jets with an inside diameter of 2.5 mm have to be used. When using highly viscous electrolytes it may be necessary to use 2.5 mm jets (TETET) also in connection with 2.3 mm and 3 mm specimen holders. It is easy for the user to carry out the change between 1 mm and 2.5 mm jet holders.

2.9.3. Final Thinning

This will normally consist in polishing of 3 mm (2.3 mm) diameter specimens with the 1 mm jets. The polishing is carried on until a small hole appears and will be stopped as soon as the IR-light breaks through the specimen.

By varying the photo sensitivity the hole size can be changed. Position 10 implies maximum sensitivity causing a small hole to be seen at once. The process can be terminated automatically by means of the photocell which is mounted on the polishing cell. The current is broken and a beeper is activated.

As soon as the polishing is finished the specimen holder must be taken out and opened in a small bath of e.g. ethanol or distilled water, kept ready close to the cell. From this the specimen is transferred to a bath of e.g. ethanol by means of a pair of tweezers. It may then be laid on a piece of filter paper, where it dries in a couple of seconds and is ready for examination or storing.

Thinned specimens may be kept under vacuum in a desiccator with silicagel. In most cases they can also be kept in glycerol, which will protect them against the action of the atmosphere.

2.10. Thinning Examples

2.10.1 Thinning in the 10 mm Specimen Holder

Material	Electrolyte	Temperature	Flow rate mm	A	V	Approx. time for removing 0.1 mm in minutes
Brass	D-2	15	140	0.4	10	6
Stainless Steel	A-8	15	20	0.2	40	10

2.10.1. Thinning in the 3 mm Specimen Holder

Material	Electrolyte	Temperature	Flow rate mm	A	V	Approx. time for removing 0.1 mm in seconds
Brass	D-2	15	120	0.06	4	140
Stainless Steel	A-8	13	20	0.07	40	130

NB

A flow rate measured by a liquid column between 20 and 200 mm is recommended for all materials.

2.11. Electrolytes

2.11.1. Electrolytes and their Applications

A-8 Iron, Stainless Steel, Nickel, Cobalt, Zirconium. All-round electrolyte.

D-2 Copper, Copper-Alloys, Brasses.

2.11.2. Deterioration of Electrolytes

The two components are normally supplied separately so that they may be mixed directly before use. In mixed state the electrolytes have a working life of 3 months or perhaps a little more. It should be noted, however, that the use of the electrolyte is the most important cause of deterioration. The electrolytes must be replaced when they contain an excessive amount of metal ions.

2.12. Polishing Defects

2.12.1. Problem Areas

If a sufficient high quality is not obtained in electrolytic polishing it will be necessary to alter the polishing conditions. There are five important parameters:

- the type of electrolyte
- the flow rate of the electrolyte
- the temperature
- the electrical conditions and
- the geometrical conditions

In the Tenupol-3 the geometrical conditions are fixed and can only be altered by changing or altering certain components.

- As to the other parameters the following will apply:
- The chemical composition of the electrolyte is highly important for the quality of the polishing. An unsuitable electrolyte will cause inferior polishing, oxidized or etched surface, pittings or one-sided polishing, i.e. only one side of the specimen is polished, the other is black and oxidized. It is not at all certain that an electrolyte, which in other apparatus (e.g. the Polectrol) will polish a certain material, will also be suitable for thinning it on the Tenupol-3. A-2, for instance, is not suitable for use with Tenupol-3. In the literature numerous examples are cited of electrolytes suitable for thinning. (See e.g. I.S. Brammer and M.A.P. Dewey: Specimen Preparation for Electron Metallography. Blackwell Scientific Publication, Oxford 1966).
- The flow rate determines first of all whether a viscous anodic layer can be maintained during polishing. Jet polishing tends to remove the layer. The proper choice of flow rate is therefore mostly determined by the material to be polished and by the electrolyte. The best flow rate differs much from case to case and it is not possible to give general rules.
- In some cases a lower temperature will give better results. A lower temperature slows down the polishing and provides less etching and oxidation.
- The electrical conditions of course determined whether a polishing is at all obtained. The right conditions will only be present within a certain range of current densities. If a current versus voltage curve is drawn the best polishing conditions will be found where the current is approximately constant within a range of voltages. Moreover, some users have found that a better polish is obtained on some materials, if towards the end of the process the current is applied as a series of shocks.

In Tenupol-3 polishing, the polishing defects may be divided into the following classes:

1. Defective polishing, i.e. wrong polishing conditions, so that a mirror-like finish is absent on one or both sides of the specimen. Pitting may be present.
2. Polishing takes place, but no thin area is present at the edge of the hole.

Re 1:

try to alter the electrical conditions. Perhaps the voltage was too low to reach the polishing range. Pittings may arise if the current was too high. A lowering of the temperature may make the polishing less sensitive to voltage changes. The flow rate should be altered. A too high flow rate may break up the polishing layer, which may be the cause of one side of the specimen not being polished. A slower flow may allow a polishing layer to be built up.

If nothing helps it can be concluded that the material in question cannot be polished by the electrolyte and another electrolyte should be tried.

Re 2:

the hole may have grown too large, so that the thin foil first formed has disappeared. Just like electropolishing will attack the tops of the asperities of the surface, it will attack the edge of the hole as being an asperity. Especially when the jet effect is strong it is very important to stop the process while the hole is small.

Adjustment of the flow rate may be helpful. A vigorous jet may attack a too small area. Another electrical current density should also be tried.

Try increasing the photo sensitivity by turning the knob (fig. 10.10) clockwise.

Sometimes a lower temperature will give a better profile around the hole, possibly on account of a change of viscosity.

If nothing helps it is probable that the electrolyte is not suitable for thinning the material in question, although it will electropolish it. Try another electrolyte.

3. Accessories

Specification	Code
<i>Specimen holders</i> For Ø3 mm specimens	TETRI
For Ø2.3 mm specimens	TETTO
For pre-thinning, diaphragm aperture Ø10 mm	TETMA
<i>Jet holders</i> Ø1 mm (for TETRI and TETTO)	TETOR
Ø2.5mm (for TETMA)	TETET
<i>Tape Kit</i> For electrolytic blanking of 3 mm specimens	TENKI

4. Maintenance

If during the guarantee period, there should be any repairs they must be performed only by Struers or by authorized Struers' dealers. Also after expiration of the period of guarantee it is recommended to let repairs be made by Struers or Struers' dealers or other competent, skilled personnel.

4.1. Polishing Unit

Residuals of the electrolyte used previously may spoil the following polishing. Therefore it pays to rinse the polishing cell and pump thoroughly before filling in a new electrolyte. This may be done as follows: The electrolyte tank is filled with water and this is pumped through the system in the usual way. After this rinsing the pump and polishing cell should be allowed to drip off, in order that the electrolyte is not diluted with water. If copper or copper alloys have been thinned, some copper may have deposited on the cathodes. This may be removed with a few drops of nitric acid before the rinsing.

Tenupol should not be left filled with electrolyte for an unnecessarily long time, as the submerged parts may be attacked.

Especially A-8 will shorten the life of the metal parts. Never turn the polishing unit upside down, especially not when there is electrolyte in the pump, as this may trickle from the pump up to the motor and cause the axle to stick. Take care that the motor housing does not come in contact with the electrolyte. The polishing unit may be cleaned on the outside with a cloth moistened with water. The polishing unit can be flushed with a soft water spray.

4.2. Control Unit

Avoid spilling electrolyte on the cabinet or front plate of control unit. Clean the front plate with a damp cloth after use.

5. Trouble-Shooting

Electrolyte

- Check the age of the mixed electrolyte. The mixture should not be more than 3 months old.
- Check the number of polishings made with the electrolyte. The electrolyte can be worn out by too many polishings.
- Check that the correct combination of material and electrolyte is used.
- Check that the electrolyte is sufficiently cooled during operation.

Polishing circuit

- Check that all plugs are properly connected.
- Check that the stainless specimen holder contact part (Fig. 7.5) is intact and connected to the platinum strip (Fig. 7.4).
- Check that the specimen holder is connected to the polishing chamber spring contact (Fig. 4.4) when mounted in the chamber.
- Check the voltage over the spring contact and the jet holder banana plugs (or the platinum wire in the jets).

6. Technical Data

Control unit

Mains voltage: 110/220 V (single phase) 50-60 Hz

Power consumption:
2 A/220-240 V, 4 A/i 10-120 V

Max. output:
5-40 volt/5 A, 15-120 volt/i .6 A

Dimensions:
Width: 360 mm
Depth: 290 mm
Height: 180 mm

Weight: 10.7 kg

Polishing unit

Dimensions

Specimen dimensions:

12-21mm diameter:	max. thickness 1 mm (w. TETMA)
3 mm diameter:	max. thickness 0.5 mm (as delivered)
2.3mm diameter:	max. thickness 0.5 mm (w. TETTO)

Width: 270 mm
Depth: 180mm
Height: 276 mm

Weight: 3.8 kg

Safety Standard

IEC 204 / EN 60204-1 (VDE 0113)

Gebrauchsanweisung

Geben Sie bitte bei technischen Anfragen oder bei der Bestellung von Ersatzteilen immer die *Seriennummer* und die *Spannung/Frequenz* an. Diese Angaben finden Sie auf dem Typenschild des Geräts, bzw. der Maschine.

Beachten Sie bitte die nachstehend genannten Einschränkungen. Zuwiderhandlung kann die Haftung der Firma Struers beschränken oder aufheben:

Gebrauchsanweisungen: Eine von der Firma Struers veröffentlichte Gebrauchsanweisung darf nur in Zusammenhang mit den Struers Geräte benutzt werden, für die diese Gebrauchsanweisung ausdrücklich bestimmt ist.

Wartungshandbücher: Ein von der Firma Struers veröffentlichtes Wartungshandbuch darf nur von ausgebildeten Technikern benutzt werden, die von Struers dazu berechtigt wurden. Das Wartungshandbuch darf nur in Zusammenhang mit dem Struers Gerät benutzt werden, für das dieses Wartungshandbuch ausdrücklich bestimmt ist.

Struers übernimmt für Irrtümer in Text und Bild der Veröffentlichungen keine Verantwortung. Wir behalten uns das Recht vor, den Inhalt der Gebrauchsanweisungen und Wartungshandbücher jederzeit und ohne Vorankündigung zu ändern. In den Gebrauchsanweisungen und Wartungshandbüchern können Zubehör und Teile erwähnt sein, die nicht Gegenstand oder Teil der laufenden Geräteversion sind.

Der Inhalt der Gebrauchsanweisungen und Wartungshandbücher ist Eigentum der Firma Struers. Kein Teil dieser Gebrauchsanweisung darf ohne schriftliche Genehmigung von Struers reproduziert werden.

Alle Rechte vorbehalten © Struers 1997.

Struers A/S
Valhøjs Allé 176
DK-2610 Rødovre/Copenhagen
Dänemark
Telefon +45 36 70 35 00
Fax +45 38 27 27 01



Tenupol-3 Sicherheitshinweise

Vor Gebrauch bitte sorgfältig lesen

1. Der Anwender sollte gründliche Instruktion in der Anwendung des Gerätes laut der Gebrauchsanweisung erhalten haben.
2. Der Anwender sollte gründliche Instruktion in der Anwendung der Elektrolyte für Tenupol-3 haben.
3. Die geltenden Sicherheitsmaßnahmen für Handhabung, Mischen, Auffüllen und Entsorgung des Elektrolyten beachten. Siehe Abschnitt BEDIENUNG. Es ist möglich, Sicherheitsdatenblätter für die Elektrolyte von Struers zu bestellen.
4. Die Modellplatte untersuchen, bevor der Strom eingeschaltet wird.
5. Dafür sorgen, daß die Poliereinheit an der Unterlage ganz befestigt ist, so daß sie nicht umkippt.
6. Dafür sorgen, daß das Gerät unter Aufsicht ist, wenn Elektrolyt aufgefüllt wird.
7. Während des Poliervorgangs entsteht Wärme. Dafür sorgen, daß die Elektrolyttemperatur unter dem
8. Flammpunkt des aktuellen Elektrolyten ist.

Für die Benützung der Geräte bzw. der Maschinen sind die Verbrauchsmaterialien von Struers vorgesehen. Falls unzulässiger Gebrauch, falsche Installation, Veränderung, Vernachlässigung, unsachgemäße Reparatur oder ein Unfall vorliegt, übernimmt Struers weder die Verantwortung für Schäden des Benutzers, noch für solche am Gerät.

Die für Kundendienst und Reparatur erforderliche Demontage irgendwelcher Teile des Gerätes bzw. der Maschine sollte immer nur von qualifiziertem Fachpersonal (Elektromechanik, Elektronik, Pneumatik usw.) vorgenommen werden.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Inbetriebnahme	32
1.1. Packliste.....	32
1.2. Anbringen.....	32
1.3. Montierung und Anschluß der einzelnen Einheiten	33
1.4. Sicherheitsmaßnahmen.....	34
2. Bedienung	36
2.1. Einführung.....	36
2.2. Anwendung	36
2.3. Funktion	36
2.4. Konstruktion	37
2.5. Bedienung der Steuereinheit	39
2.6. Betrieb der Poliereinheit	43
2.7. Betriebsparameter	45
2.8. Vorbehandlung der Probe.....	48
2.9. Dünnen, allgemein.....	48
2.10. Dünnungsbeispiele	51
2.11. Wahl des Elektrolyten	51
2.12. Polierfehler.....	52
3. Zubehör	54
4. Wartung.....	55
4.1. Poliereinheit	55
4.2. Steuereinheit.....	55
5. Fehlersuche	56
6. Technische Daten	57

1. Inbetriebnahme

1.1. Packliste

- 1 Steuereinheit mit Kabel zum Netzanschluß**
- 1 Poliereinheit mit Polierzelle, Abdeckung für Polierzelle, eingebautem IR-Überträger/Empfänger, Kühlspirale und Pumpensystem sowie Kabel und Steckern für die Steuereinheit.
- 1 Thermometertasche
- 1 Thermometer +20⁰/ -50⁰C
- 1 Probenhalter für Proben von 3 mm Durchmesser
- 1 Düsenhalter, Durchmesser 1 mm, Satz von 2 Stück.
- 1 PVC-Behälter, isoliert
- 1 PVC-Behälter, unisoliert
- 2 Schläuche von 8 mm Durchmesser für Kühlspirale, 2 x 1 m
- 1 Düsenhalter mit Steigrohr (ohne Kathode)
- 1 Ablaufrohr

1.2. Anbringen

Tenupol-3 ist ein stationäres Gerät zum Aufstellen in ein Labor. Das Gerät soll auf einem planen, waagerechten Tisch angebracht werden. Die Tischplatte muß chemikalienbeständig sein. Es wird empfohlen, die Poliereinheit auf einem Stück imprägnierten Papier oder auf einer anderen leicht austauschbaren Schutzfolie anzubringen.

Darauf aufmerksam sein, daß wegen der verwendeten Elektrolyte Punktaussaugung oder Aufstellen in einen Abzugsschrank gefordert werden kann.

Die Steuereinheit kann entweder neben der Poliereinheit oder auf einer Ablage über der Poliereinheit angebracht werden. Beim Anbringen auf einem Tisch neben der Poliereinheit kann die Steuereinheit leichter betrieben werden, indem sie mit den eingebauten, klappbaren Beinen schräggestellt wird.

1.3. Montierung und Anschluß der einzelnen Einheiten

1.3.1. Poliereinheit

Die Grundplatte mit Pumpe, Polierzelle usw. auf einem der beiden PVC-Behälter anbringen. Die Kühlspirale und die Pumpe müssen im Behälter untergetaucht sein, während der Pumpenmotor und die Polierzelle nach oben wenden müssen (siehe Fig. 11).

Die Thermometertasche im Loch (Fig. 2.5) zwischen der Polierzelle und dem Pumpenmotor anbringen. Das Thermometer in der Tasche anbringen.

Die beiden Düsenhalter und den Probenhalter, wie im Abschnitt *BEDIENUNG* beschrieben, montieren.

Die Poliereinheit an die Steuereinheit anschließen. Den Mehrfachstecker an die Steckdose auf der rechten Seite der Steuereinheit anschließen und die Überwurfmutter des Steckers anziehen. Das Anziehen mit der Hand und nicht mit Zangen oder anderem Werkzeug vornehmen.

Die Kühlspirale an eine separate Kühlanlage, an das Leitungsnetz oder an ein anderes Kühlaggregat anschließen, das teils die technischen und sicherheitsmäßigen Forderungen, teils eventuelle Beschränkungen des Wasserverbrauchs erfüllt.

Es ist kühltechnisch korrekt, den Stützen an der Polierzelle als Zufluß und den Stützen am Pumpenmotor als Abfluß zu verwenden.

Als Alternative kann der unisolierte Behälter als Elektrolytbehälter verwendet werden. Dadurch kann Kühlung erreicht werden, falls dieser Behälter in einem Eisbad oder in einem anderen Kühlbad angebracht wird.

1.3.2. Steuereinheit

Auf der linken Seite des Gerätes (Fig. 1.3) ist ein Netzspannungsschalter angebracht. Kontrollieren daß dieser gemäß der aktuellen Netzspannung eingestellt ist.

Das beigefügte Anschlußkabel in die entsprechende Steckdose auf der linken Seite des Gerätes setzen (Fig. 1.4) und dann an die Netzspannung anschließen.

Auf der Unterseite des Gerätes sind auf den beiden Seiten, ca. 5 cm von der vorderen Kante, klappbare Beine montiert (Fig. 1.5). Diese Beine ausklappen, falls die Frontplatte der Steuereinheit schräger als ursprünglich in der Verkapslung der Einheit sein soll.

1.4. Sicherheitsmaßnahmen

1.4.1. Elektrolyte

Die im Abschnitt BEDIENUNG erwähnten Elektrolyte können ohne Gefahr des Anwenders oder des Gerätes verwendet werden, falls die Sicherheitsmaßnahmen für diese Elektrolyte beachtet werden.

Einige der Elektrolyte enthalten Perchlorsäure. Weitere Auskünfte - siehe Abschnitt INBETRIEBNAHMEN, Sicherheitsmaßnahmen.

Tenupol-3 ist für Elektrolyte konstruiert, die von Struers empfohlen werden. Andere Elektrolyte, z.B. Elektrolyte mit starken Basen oder Säuren, können die Konstruktion beschädigen oder den Benutzer gefährden.

Bitte bemerken, daß viele Elektrolyte Alkohol oder andere brennbare Lösungsmittel enthalten. Dafür sorgen daß alle Sicherheitsmaßnahmen bei der Anwendung solcher Elektrolyte beachtet werden.

Es ist wichtig, daß der Benutzer mit sowohl Tenupol-3 als auch den Elektrolyten vertraut ist.

Beim Reinigen des Gerätes nach der Anwendung, dafür sorgen, daß kein Elektrolyt im Gerät oder auf dem polierten Material eintrocknet und/oder auskristallisiert.

1.4.2. Perchlorsäure

Elektrolyte von Struers mit der Bezeichnung A bestehen aus ungefähr 1 Liter Stammlösung, der zwischen 15 und 90 ml Perchlorsäure (60%) zugesetzt wird. Der fertige Elektrolyt enthält zwischen 1 und 5% Perchlorsäure.

Elektrolyte mit einem so niedrigen Perchlorsäuregehalt sind relativ ungefährlich. Vor dem Vermischen hat man aber 60-%tige Perchlorsäure. Deshalb müssen folgende Sicherheitsmaßnahmen für Perchlorsäure beachtet werden:

- A. *Trainieren von Anwender*
- Alle Personen, die mit dem Vermischen, der Anwendung, der Aufbewahrung, dem Transport und der Entsorgung der Elektrolyte zu tun haben, sollten mit den Sicherheitsmaßnahmen für Perchlorsäure vertraut sein.
 - Es ist sehr wichtig, daß Dämpfe nicht eingeatmet, die Säure nicht mit der Haut in Berührung kommt. Wärmeentwicklung und überhitzung beim Mischen beachten. Weiter müssen die Sicherheitsmaßnahmen zur Aufbewahrung und Entsorgung beachtet werden.
- B. *Vermischen der Auflösung*
- Der Mischung von Lösungsmittel/Wasser die Perchlorsäure, in einem Wasserbad mit Temperaturkontrolle, langsam hinzusetzen, indem andauernd gerührt wird.
 - Das Mischen muß in einem entlüfteten Abzug, der für Perchlorsäure zugelassen ist, vorgenommen werden.
 - Der Anwender muß die angegebene Schutzausrüstung verwenden:
 - Kompletter Gesichtsschutz oder dichtschiessende Spritzschutzbrille, Gummihandschuhe und Labormantel oder Anzug.
 - Keine leicht entzündbaren oder kohlenstoffhaltigen Behälter, Reaktionsgefäße, Überlaufschalen, Aufbewahrungsablagen oder Materialien von diesem Typ in Verbindung mit der Säure verwenden.
- C. *Aufbewahrung der Perchlorsäure oder der Auflösung*
- Dafür sorgen daß keine Säure auf Flaschenhälsen, Deckeln oder anderswo auskristallisiert.
 - An sicheren, entlüfteten Stellen mit einer Überlaufschale aus Metall, Glas oder Keramik aufbewahren.
 - Weit von anderen Chemikalien, leicht entzündbaren Materialien und organischen Stoffen aufbewahren.
 - Dafür sorgen daß die Auflösungen unter keinen Umständen eintrocknen.
- D. *Feuer- und Explosionsgefahr*
- 60% Perchlorsäure ist als ein "nichtbrennbares Material" klassifiziert, es ist aber wichtig, daß die Säure nicht mit organischen Stoffen in Berührung kommt, da dies eine Explosion verursachen kann.
 - Das Feuer sollte von einer geschützten Stelle gelöscht werden. Mit Wassersprühstrahl löschen.
 - Keine wasserfreie Perchlorsäure, entweder von ihren Salzen oder von den wasserhaltigen Auflösungen, z.B. durch Aufwärmen mit Säuren mit einem hohen Siedepunkt oder mit wasserentziehenden Mitteln wie Schwefelsäure oder Phosphorsäureanhydrid, herstellen. Außer einer unmittelbaren Explosion explodiert die wasserfreie Säure umgehend bei der Berührung mit oxidierbaren organischen Materialien.
 - Die Anwendung oder Aufbewahrung der Perchlorsäure sollte auf Mengen von weniger als 500 g pro Schrank begrenzt werden.
- E. *Entsorgung*
- Die örtlichen Vorschriften beachten, wenn Säure entsorgt werden soll.
 - Verdünnung und/oder Neutralisierung sind die Methoden, die normalerweise bei der Entsorgung von Elektrolyten empfohlen werden.

2. Bedienung

2.1. Einführung

Tenupol-3 besteht aus einer Grundplatte mit einer Polierzelle, einem eingebauten, infraroten Detektorsystem, einer Kühlspirale und einem Pumpensystem. Die Teile sind auf einem PVC-Behälter für den Elektrolyt angebracht. Die elektrischen Teile, Pumpe usw., sind mit einem Kabel an einer separaten Steuer- und Stromversorgungseinheit angeschlossen.

2.2. Anwendung

Tenupol-3 ist ein automatisches Gerät zum elektrolytischen Dünnen von Proben für die Transmissionselektronenmikroskopie und für andere Untersuchungsmethoden, wo die Probendicke der Korngröße des untersuchten Materials entsprechen muß.

2.3. Funktion

Eine Probe, normalerweise mit einer Maximumdicke von 0,5 mm und mit einem Durchmesser von 3 mm, wird zwischen zwei untergetauchten Düsen angebracht. Von einem Pumpensystem strömt Elektrolyt durch die Düsen gegen die Probe.

Durch Gleichstromversorgung wird ein elektrischer Stromkreis eingeschaltet, indem eine Kathode im Elektrolyt angebracht und die Probe als Anode angeschlossen ist.

Wenn der elektrische Stromkreis eingeschaltet ist, wird Material von der Probe elektrolytisch entfernt, so daß ein kleines Loch in der Mitte der Probe entsteht, falls die richtigen Betriebsparameter verwendet worden sind.

Der Rand des Loches hat einen V-förmigen Querschnitt. Die Spitze dieses Querschnittes hat eine Dicke, die für die weiteren Gefügeuntersuchungen gewünscht ist.

Auf Tenupol-3 wird das Loch von einem infraroten Detektorsystem wahrgenommen, das den Vorgang automatisch stoppt. Die Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit und die Spannung über der Probe können von der Steuereinheit reguliert werden.

2.4. Konstruktion

Das Gerät besteht aus folgenden Hauptteilen:

2.4.1. Steuereinheit

Ein Kabel verbindet die Poliereinheit mit der Steuereinheit. Das Kabel enthält alle Anschlüsse an die Polierkammer, die Pumpe und den IR-Überträger/Empfänger. Den Merfachstecker auf der rechten Seite der Steuereinheit anschließen.

Das solide Stahlgehäuse enthält Stromversorgungseinheit, Elektronik und Regulierknöpfe für Polierspannung, Fotoempfindlichkeit, Strömungsgeschwindigkeit und Timer. Zwei Anzeigeinstrumente geben Spannung bzw. Stromstärke während des Vorgangs an.

Es ist möglich, für Abweichungen von Materialien und Elektrolyten zu kompensieren, indem das Gerät auf "Adjust Mode" eingestellt wird. In dieser Position können die Strömungsgeschwindigkeit und die Fotoempfindlichkeit auf die aktuelle Material/Elektrolytkombination optimiert werden.

2.4.2. Poliereinheit

Die Poliereinheit besteht aus einer PVC-Grundplatte (Fig. 2.1), auf welcher das Pumpensystem (Fig. 2.2), die Polierzelle (Fig. 2.3) mit Düsen und Probenhalter, eine Kühlspirale (Fig. 2.4) und ein Thermometer (Fig. 2.5) montiert sind. Abhängig von der gewählten Kühlmethode die Grundplatte auf einem isolierten oder unisolierten PVC-Behälter anbringen.

Pumpensystem (Fig. 3)

Die Elektrolytpumpe (Fig. 3.1) ist eine Druckpumpe aus PVC, von welcher die Flüssigkeit durch ein Y-Rohr zu den beiden symmetrischen Polierkammern der Polierzelle strömt. Der Pumpenmotor (Fig. 3.2) auf der Grundplatte ist in einem Gehäuse aus eloxiertem Aluminium (Fig. 3.3) und PVC (3.4) angebracht. Die Lager des Motors sind mit einem V-Dichtungsring (Fig. 3.5) auf der Pumpenwelle vor Elektrolytdämpfen und Spritzern geschützt.

Polierzelle (Fig. 4)

Vom Y-Rohr wird Elektrolyt in die beiden symmetrischen Kammern (Fig. 4.1) der PVC-Polierzelle gepumpt, und von diesen Kammern strömt der Elektrolyt durch zwei Düsen (Fig. 4.2) und trifft die Probe im Probenhalter (Fig. 4.3), wonach der Elektrolyt zum Behälter zurückläuft.

In der mittlere Teil der Polierzelle ist ein Federschalter (Fig. 4.4) eingebaut, so daß der Probenhalter durch korrektes Anbringen in der Polierzelle an den Polierstromkreis angeschlossen wird.

In den beiden symmetrischen Gehäuseabschlüssen (Fig. 4.5) sind der IR-Überträger bzw. der IR-Empfänger (Fig. 4.9) montiert. Das IR-Detektor-system wird übrigens von der Frontplatte der Steuereinheit betrieben.

Düsen (Fig. 5 ÷ 6)

Die zwei Düsen und die Düsenhalter sind aus PVC. Die Standarddüsen haben einen Durchmesser von 1 mm und werden normalerweise zusammen mit den Probenhaltern von 3 mm oder 2,3 mm verwendet. Die Düsenhalter können auch mit Düsen von 2,5 mm Durchmesser zur Anwendung mit Probenhaltern von 10 mm oder hochviskosen Elektrolyten geliefert werden. (Siehe Abschnitt ZUBEHÖR).

Jede Düse ist mit einer Spirale (Helix) aus Platindraht umwickelt, die als Kathode funktioniert. Der Platindraht ist mit der Buchse auf der Seite des Düsenhalters verbunden. Wenn die Düsenhalter in der Polierzelle montiert worden sind, die beiden Bananenstecker in die Büchsen setzen (Fig. 5.1), wodurch die Platindrähte an den Polierstromkreis angeschlossen werden.

Probenhalter (Fig. 7)

Der standardgelieferte Probenhalter ist aus PVC mit 2 kohlenstoffverstärkten Teflon Einsätzen ist zum Dünnen von Proben von 3 mm Durchmesser und mit einer Maximumdicke von 0,5 mm konstruiert. Die Probe wird in einem Platinhalter (Fig. 7.4) angebracht, der mit dem rostfreien Kontaktteil (Fig. 7.5) an den Polierstromkreis angeschlossen wird, wenn er in die Polierzelle eingesetzt wird.

Auf der einen Hälfte des Probenhalters sind der Platinhalter und der Schalter angebracht, und auf der anderen Hälfte sitzt eine verschiebbare Blende (Fig. 7.3). Die verschiebbare Blende bewirkt, daß die Dicke der Probe (0,5 mm) unwesentlich ist, ist, wenn die Probe im Halter angebracht ist.

Probenhalter für Proben von 2,3 mm Durchmesser und Halter mit einem Durchmesser von 10 mm können als Extraausrüstung geliefert werden (siehe Abschnitt ZUBEHÖR).

Kühlspirale und Thermometer (Fig. 2)

Auf der Unterseite der Grundplatte ist die rostfreie Kühlspirale (Fig. 2.4) so befestigt, daß die Schlauchverbindungen (Fig. 2.6) zur hinteren Kante der Grundplatte geführt sind. Abhängig von der gewählten Kühlmethode werden hier entweder Schläuche von einem Kaltwasserhahn oder eine separate Umlaufkühlanlage angeschlossen.

In der Thermometertasche (2.5) ist ein Thermometer von -50/+20~C angebracht. Falls eine bestimmte Aufgabe ein anderes Thermometer fordert, kann das Thermometer ganz einfach ausgetauscht werden.

PVC-Behälter

Die Standardausrüstung umfaßt sowohl einen isolierten als auch einen unisolierten PVC-Behälter. Der isolierte Behälter wird normalerweise verwendet, wenn der Elektrolyt mit der Kühlspirale gekühlt wird, während der unisolierte Behälter verwendet wird, wenn der Elektrolyt im Eisbad o.dgl. gekühlt werden soll.

2.5. Bedienung der Steereinheit

Wenn Tenupol-3, wie im Abschnitt INBETRIEBNAHME, installiert und angeschlossen worden ist, das Gerät mit dem Hauptschalter 0/1 auf der oberen, linken Seite der Frontplatte (Fig. 10.1) einschalten/ausschalten.

Wenn das Gerät eingeschaltet ist, leuchtet die viereckige Indikatorlampe (Fig. 10.2).

Das Gerät auf "Adjust Mode" mit dem Hauptschalter und dem Start-/Stoppknopf einstellen. Das Verfahren ist im Abschnitt BEDIENUNG, Betriebsparameter beschrieben.

2.5.1. Bedienungselemente

Schalter für Spannungsbereich (Fig. 10.3)

Mit dem Schalter ist es möglich, in zwei Spannungsbereichen zu arbeiten. Der niedrige Bereich, 5-45 V, wird typisch zum Polieren von Aluminium, Kupfer und Messing verwendet. Der hohe Bereich, 15-120 V, wird typisch für rostfreien Stahl und Eisen und zum Vordünnen und elektrolytischen Ausstanzen im Probenhalter mit 10 mm Durchmesser verwendet.

Drehknopf zum Einstellen der Polierspannung (Fig. 10.4)

Wenn der gewünschte Spannungsbereich gewählt ist, kann die Polierspannung mit der Doppelskala um den Drehknopf eingestellt werden. Bemerken, daß das Voltmeter nur während des Poliervorgangs Ausschlag gibt.

Schalter für Amperemeterbereich (Fig. 10.6)

Das Amperemeter zeigt den Strom des Polierstromkreises während des Vorgangs. Mit dem Schalter den für den aktuellen Vorgang passenden Skalenbereich, entweder 0-0,5 A oder 0-5 A, wählen.

Drehknopf für Strömungsgeschwindigkeit (Flow rate) (Fig. 10.8)

Mit dem Drehknopf wird die Umdrehungsgeschwindigkeit des Pumpenmotors und damit auch die Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyten durch die Düsen der Polierkammer gesteuert. Die willkürliche Skala von 1-10 ist mit der Menge proportional, so daß die kleinste Menge mit 1 und die größte Menge mit 10 angegeben ist.

Stellschraube für Strömungsgeschwindigkeit (Fig. 10.9)

Die Stellschraube bewegt den Skalenbereich für den Drehknopf der Strömungsgeschwindigkeit. Durch Drehen der Schraube gegen den Uhr wird der ganze Skalenbereich nach unten bewegt. Durch Drehen der Schraube im Uhr wird der ganze Skalenbereich nach oben bewegt. Das Verfahren ist im Abschnitt BEDIENUNG, Betriebsparameter näher beschrieben.

*Drehknopf für Fotoempfindlichkeit
(Fig. 10.10)*

Mit diesem Knopf wird eine potentiometrische Regulierung der Empfindlichkeit des Fotosystems vorgenommen. Pos. 10 auf der Skala ergibt die größte Empfindlichkeit und das kleinste Loch.

*Stellschraube für Fotoempfindlichkeit
(Fig. 10.11)*

Mit der Stellschraube wird der Skalenbereich für die Fotoempfindlichkeit bewegt. Durch Drehen der Schraube gegen den Uhrzeigersinn wird die Verstärkung des Signals von der Photozelle reduziert, und umgekehrt, wenn die Schraube im Uhrzeigersinn gedreht wird. Das Verhältnis zwischen den Lichtstärken in den beiden äußeren Positionen ist ca. 1:4. Das Verfahren ist im Abschnitt BEDIENUNG, Betriebsparameter näher beschrieben.

Drehknopf für Timer (Fig. 10.12)

Beim Vordünnen und elektrolytischen Ausstanzen kann das Polieren mit Vorteil von einem Timer gesteuert werden. Der Vorgang findet dann im Laufe der voreingestellten Zeit statt. Sollte dennoch ein Loch in der Probe entstehen, stoppt das Fotozellensystem den Vorgang vor dem Ablauf der eingestellten Zeit (Fotoempfindlichkeit größer als 0).

*Druckknopf für
Start/Stop (Fig. 10.13)*

Der Start/ Stoppknopf wird betätigt, wenn die Vorgangsparameter übrigens eingestellt sind, so wie die Poliereinheit auch für eine Abwicklung des Vorgangs im Bezug auf Elektrolyt, Düsen, Probenhalter usw. vorbereitet sein muß. Der Vorgang stoppt automatisch, entweder wenn das IR-Detektorsystem ein Loch in der Probe registriert, oder wenn die auf dem Timer eingestellte Zeit vergangen ist.

Der Vorgang kann von Hand gestoppt werden, indem der Start/Stopknopf wieder betätigt wird. Wenn der Vorgang entweder von Hand oder automatisch gestoppt wird, wird dies von einem akustischen Signal angegeben.

Der Druckknopf wird auch zusammen mit dem Hauptschalter (Fig. 10.1) verwendet, wenn das Gerät auf "Adjust Mode" zum Justieren der Fotoempfindlichkeit und Strömungsgeschwindigkeit eingestellt wird. Der Vorgang ist im Abschnitt BEDIENUNG, Betriebsparameter beschrieben.

2.5.2. Ablesen von Instrumenten und Indikatoren

Voltmeter (Fig. 10.5)

Das Voltmeter ist ein Anzeigeinstrument mit Doppelskala mit maximaler Anzeige für 40 V bzw. 120 V. Die Umschaltung zwischen den beiden Skalenbereichen wird automatisch vorgenommen, indem der Spannungsbereich mit dem Schalter (Fig. 10.3) gewählt wird. Das Voltmeter wird eingeschaltet, wenn das Polieren durch Betätigung des Start/Stopknopfes gestartet wird.

Amperemeter (Fig. 10.7)

Das Amperemeter ist ein Anzeigeeinstrument mit maximalem Ausschlag für 5 A. Mit dem Wählerknopf (Fig. 10.6) kann der Ausschlagsbereich im Verhältnis 1:10 geändert werden, sodaß ein ganzer Ausschlag 0,5 A entspricht. Immer mit der Einstellung 5 A anfangen, falls der Strom während des aktuellen Vorgangs nicht im voraus bekannt ist.

Start/Stoppdiode (Fig. 10.14)

Diese Diode zeigt, ob der IR-Detektor, abhängig von der eingestellten Fotoempfindlichkeit, das infrarote Licht vom Überträger registriert. Die Diode kann entweder grün oder rot leuchten, so daß:

Rot Lichtdurchlässigkeit bedeutet. Es ist also kein Probenhalter in der Polierzelle, oder es ist keine Probe im Probenhalter. Wenn der Diode rot leuchtet, kann das Polieren nicht durch Betätigung des Startknopfes gestartet werden.

Grün bedeutet, daß es keine Lichtdurchlässigkeit gibt. Der Lichtstrahl ist also von der Probe im Probenhalter blockiert, vorausgesetzt daß der Probenhalter korrekt in der Polierzelle montiert ist. Erst wenn die Diode grün leuchtet, kann das Polieren gestartet werden.

Die Start/Stoppdiode wird auch beim Grundeinstellen der Fotoempfindlichkeit verwendet, wenn das Gerät auf "Adjust Mode" eingestellt ist, siehe Abschnitt BEDIENUNG, Betriebsparameter.

Polierdiode (Fig. 10.15)

Die Diode gibt bei den Farben rot oder gelb an, ob während des Polierens ein Strom durch den Polierstromkreis geleitet oder nicht geleitet wird:

Rot zeigt, daß ein Strom durch den Polierstromkreis geleitet wird, was aus dem Amperemeter hervorgeht. Bemerken daß die rote Anzeige erst einige Sekunden nach der Betätigung des Startknopfes erscheint. Am Anfang des Poliervorgangs muß die Umdrehungsgeschwindigkeit der Pumpe eine kurze Zeit maximal sein, um das Flüssigkeitssystem mit Elektrolyt zu füllen. Wenn dies durchgeführt worden ist, wird die Umdrehungsgeschwindigkeit der Pumpe auf die mit dem "Flow rate"-Knopf eingestellte Geschwindigkeit reduziert, und der Polierstromkreis wird eingeschaltet.

Bemerken, daß der Polierstrom vom Amperemeter angegeben werden muß. Falls die Polierdiode rot leuchtet, während das Amperemeter 0 zeigt, wird kein Strom durch den Stromkreis geleitet. Dies ist z.B. darauf zurückzuführen, daß die Probe nicht richtig im Probenhalter montiert ist, daß der Probenhalter nicht richtig in der Polierzelle montiert ist, daß die Elektroden nicht richtig in den Düsenhaltern angeschlossen sind, daß die Leitungen zerbrochen sind und Fehler haben, oder daß es andere Fehler am Polierstromkreis gibt.

*Lampe für thermische Überlastung
(Fig. 10.17)*

Im Transformator ist eine Thermosicherung eingebaut. Diese Überlastungssicherung schaltet den Transformator bei 110°C aus. Beim Ausschalten leuchtet die Lampe für thermische Überlastung gelb. Die Sicherung schaltet den Transformator ein, wenn dieser wieder ausreichend gekühlt ist (normalerweise ca. 20 Minuten).

*Automatische
Sicherung 2 A (Fig. 10.16)*

Tenupol-3 ist als Ganzes von einer automatischen Sicherung auf der Primärseite des Transformators vor Überlastung geschützt. Bei Überlastung springt der Alarmknopf der Sicherung aus. Wenn die Sicherung ausreichend gekühlt worden ist (ca. 15-20 sek), kann auf den Alarmknopf gedrückt werden, wonach das Gerät wieder betriebsfähig ist. Jedoch erst untersuchen, ob die Sicherung wegen anderer Fehler als Überlastung ausgelöst worden ist, und eventuelle, notwendige Reparaturen vornehmen.

*Automatische
Sicherung 5 A (Fig. 13.1)*

Der Polierstromkreis ist von einer automatischen Sicherung 5 A vor Überlastung und Kurzschluß geschützt. Nach der Auslösung (ca. 15-20 Sek.) kann wieder auf den Alarmknopf gedrückt werden. Jedoch erst untersuchen, ob die Sicherung wegen anderer Fehler als Überlastung ausgelöst worden ist, und eventuelle, notwendige Reparaturen vornehmen.

Akustisches Signal

Wenn das Polieren entweder vom IR-Detektor oder vom Timer gestoppt wird, wird dies von einem eingebauten akustischen Signal angegeben. Man hört drei kurze Alarmsignale.

2.6. Betrieb der Poliereinheit

Es wird im folgenden vorausgesetzt, daß die Montierungsanweisung im Punkt 5.2.1 befolgt worden ist.

2.6.1. *Abmontierung und Montierung des Probenhalters*

Es ist am leichtesten, die beiden Hauptteile des Probenhalters voneinander zu trennen, indem diese im Verhältnis zu einander etwas gedreht werden. Dann können die Hauptteile ohne Schwierigkeiten voneinander getrennt werden.

Die eine Hälfte des Probenhalters (Fig. 7.1) enthält eine verschiebbare Blende (Fig. 7.3). Diese Blende kann jetzt von der Rückseite herausgedrückt werden. Bei der Montierung des Probenhalters (mit Probe) ist das Verfahren wie folgt:

- Die beiden Hälften zusammensetzen (man hört ein Klick). Die verschiebbare Blende nicht einsetzen.
- Den Probenhalter ohne die verschiebbare Blende auf einem Tisch so anbringen, daß der große Ausschnitt für die Blende nach oben zeigt. Der Platinstreifen (Fig. 7.4) ist dann durch den Ausschnitt sichtbar.
- Die Probe dann über der Apertur (Fig. 7.6) in der unteren Hälfte (Fig. 7.2) anbringen.
- Die verschiebbare Blende in den Ausschnitt drücken, bis sie die Probe berührt.
- Der Probenhalter kann jetzt in der Polierzelle mit dem Kontaktstück gegen den Pumpenmotor angebracht werden. Nicht vergessen, den Halter ganz in die Polierzelle zu drücken (Fig. 9).
- Nach dem Polieren, den Halter aus der Polierzelle herausnehmen und in ein Becherglas mit Wasser oder einer Mischung aus Wasser/Alkohol tauchen. Jetzt kann der Halter geöffnet werden, so daß die Probe in das Becherglas fällt, oder der Halter kann aus dem Becherglas herausgenommen und weiter mit einer Spitzflasche gespült werden. Den Halter öffnen und die Probe mit Pinzette o.dgl. herausnehmen.

2.6.2. *Montierung der Düsenhalter*

Die Düsenhalter sind mit einem langen Flansch versehen, der zu einer entsprechenden Ausbohrung in der Polierzelle paßt. Beim Einsetzen und Herausnehmen der Halter müssen diese parallel zur Längsachse der Polierzelle geführt werden. Das Verfahren ist wie folgt:

- Den einen Düsenhalter in der Polierkammer anbringen und den Flansch in die Ausbohrung führen, bis der Halter die Endwand der Kammer berührt.
- Den anderen Düsenhalter in derselben Weise auf der anderen Seite der Kammer montieren. Wegen der Ausschnitte oben auf den Haltern gibt es genug Platz für die Finger (Fig. 6.1).
- Die beiden Bananenstecker an die entsprechenden Büchsen in den Haltern anschließen, ein Stecker in jedem Halter (Fig. 5.1).
- Den Mantel über der Polierzelle anbringen (Fig. 12).

2.6.3. Auffüllen und Ab füllen des Elektrolyten

Das Volumen entsprechend 1 Liter ist auf der inneren Seite des Elektrolytbehälters angegeben. Es muß mindestens 700 ml Flüssigkeit im Behälter sein, es wird aber empfohlen, 1 Liter zu verwenden.

Falls es zu wenig Flüssigkeit gibt, kann die Pumpe Luft in den Flüssigkeitsstrom einsaugen und damit das Polieren stören. Jedoch ist es nicht vorteilhaft, mehr als 1 Liter Flüssigkeit zu verwenden.

Verfahren, Auffüllen

- 1 Liter Elektrolyt nach den Vorschriften für den Elektrolyt zubereiten.
- Die Grundplatte mit Motor, Kühlspirale usw. auf dem Elektrolytbehälter anbringen, der nicht verwendet werden soll.
- Den zubereiteten Elektrolyt in den Behälter (isoliert/unisoliert) gießen, der während der Poliervorgänge verwendet werden soll.
- Die Grundplatte wieder auf dem Behälter mit Elektrolyt anbringen.

Verfahren, Ab füllen

- Die Grundplatte vom Behälter mit Elektrolyt entfernen und auf dem Behälter anbringen, der nicht verwendet werden soll. Dieser kann eventuell mit Wasser gefüllt sein, so daß das erste Mal mit Wasser gereinigt werden kann.
- Falls der Elektrolyt wieder verwendet werden soll, diesen in den ursprünglichen Behälter oder einen anderen widerstandsfähigen Behälter mit ausreichenden Auskünften auf einem Klebezettel umgießen. Beim Umgießen Trichter, Handschuhe, Aufsaugung und übrigens alle vorgeschriebenen Hilfsmittel verwenden
- Falls der Elektrolyt nicht wieder verwendet werden soll, diesen in einen Behälter umgießen, der zum Transport zu einer Entsorgungsanlage geeignet ist. Die geltenden, örtlichen Regeln und Anweisungen für die Entsorgung beachten.
- Die Poliereinheit reinigen, indem Wasser anstatt Elektrolyt durch die Polierzelle gepumpt wird. Drei-bis viermal durchspülen, indem vom einen Behälter in den anderen gewechselt wird. Zwischen den Wechseln reines Wasser in die Behälter gießen.
- Nach dem letzten Spülen den Probenhalter und die Düsenhalter abmontieren und zum Trocknen legen. Die Behälter und die Poliereinheit mit einem feuchten Tuch abtrocknen.

2.6.4. Kühlung des Elektrolyten

Aus zwei Gründen ist es notwendig, den Elektrolyt während der Anwendung zu kühlen:

- Der eine Grund ist von poliertechnischer Art, da mit den meisten Material/Elektrolytkombinationen die besten Ergebnisse erreicht werden, wenn der Elektrolyt gekühlt ist (siehe Abschnitt BEDIENUNG, Elektrolyten).
- Der andere Grund ist von sicherheitsmäßiger Art. Unter Berücksichtigung der Feuergefahr, bei Verdampfung von Alkohol usw. ist es notwendig, den Elektrolyt auf eine Temperatur unter dem Flammpunkt zu kühlen. Der Elektrolyt kann mit Tenupol-3 entweder durch Anwendung der eingebauten Kühlspirale oder durch Versenken des unisolierten Behälters in einem Eisbad gekühlt werden.

2.7. Betriebsparameter

2.7.1. Adjust Mode

Beim Grundeinstellen der Strömungsgeschwindigkeit, das Gerät auf "Adjust Mode" einstellen. In dieser Position sind die gewöhnlichen Schaltsysteme und der Polierkreislauf nicht in Funktion.

Das Gerät auf "Adjust Mode" wie folgt einstellen:

- Den hinteren Düsenhalter durch den Düsenhalter mit Steigrohr ersetzen.
- Das Thermometer vom Polierteil entfernen.
- Das Ablaufrohr in der Thermometertasche anbringen und dafür sorgen, daß das Steigrohr das Ablaufrohr trifft.
- Einen Probenhalter mit einer eingesetzten Probe in die Polierzelle einsetzen.
- Die Strömungsgeschwindigkeit auf Minimum einstellen (den Knopf für die Strömungsgeschwindigkeit gegen den Uhrzeigersinn drehen).
- Den Hauptschalter abschalten.
- Den Hauptschalter einschalten, während der Start/Stop-Knopf durchgedrückt ist.
- Den Start/Stop-Knopf loslassen.
- Jetzt arbeitet der Motor mit niedriger Strömungsgeschwindigkeit, und die Polierdiode leuchtet gelb. Abhängig von anderen Faktoren leuchtet die Start/Stop-Diode entweder rot oder grün.

"Adjust Mode" wie folgt abschalten:

- "Adjust Mode" abschalten, indem entweder der Start/Stop-Knopf betätigt oder der Hauptschalter abgeschaltet wird.
- Den Probenhalter aus der Polierzelle herausnehmen.
- Den Düsenhalter mit dem Steigrohr durch den Halter mit der Kathode ersetzen.
- Das Ablaufrohr entfernen und das Thermometer einsetzen.
NB Den Düsenhalter mit dem Steigrohr und dem Ablaufrohr nach der Anwendung mit Alkohol reinigen.

2.7.2. Grundeinstellen der Strömungsgeschwindigkeit

Verschiedene Elektrolyten können verschiedene Viskosität und verschiedene Netzeigenschaften haben. Deshalb sollte die Strömungsgeschwindigkeit auf Null eingestellt werden, jedes Mal wenn auf einen anderen Elektrolyten gewechselt wird.

Das Grundeinstellen wird wie folgt vorgenommen:

- Das Gerät auf "Adjust Mode" laut Abschnitt BEDIENUNG, Betriebsparameter einstellen.
NB Falls das Steigrohr Luftblasen enthält, das Inbetriebsetzen der Gerätes wiederholen.
- Die Strömungsgeschwindigkeit durch Drehen der Stellschraube (Fig. 10.9) mit einem Schraubenzieher auf Null einstellen. Der Nullpunkt wird dadurch gefunden, daß die Flüssigkeitssäule so eingestellt wird, daß sie gerade eben beim Übergang vom Düsenhalter zum Steigrohr sichtbar ist.
- Jetzt ist die Strömungsgeschwindigkeit bei einer Flüssigkeitssäule von 0 mm auf Null eingestellt.
- Die Einstellungen des Strömungsknopfes für Flüssigkeitssäulen von 0-200 mm mit Intervallen von 20 mm notieren (die Flüssigkeitssäule mit einem Lineal messen).
NB Falls es oft notwendig ist, die Flüssigkeitssäule zu messen, kann das Rohr mit einem "Speedmarker" für je 20 mm markiert werden.
- "Adjust Mode" laut Abschnitt BEDIENUNG, Betriebsparameter abschalten. *NB* Ein Durchgang des obigen Verfahrens, jedes Mal wenn einen anderen Elektrolyt verwendet wird, sichert, daß der Anwender während der Präparation immer die gleiche Strömungsgeschwindigkeit verwendet.

2.7.3. Grundeinstellen der Fotoempfindlichkeit

Bei der Lieferung ist die Stellschraube für den Fotoverstärker (Fig. 10.11) so eingestellt, daß abgestellt wird, wenn Wasser im Gerät vorhanden ist, wenn eine Probe ein Loch von 0130 um hat. Der Fotoempfindlichkeitsknopf (Fig. 10.10) muß gleichzeitig auf 2,5 eingestellt sein.

Normalerweise braucht man keine Nacheinstellung des Fotoverstärkers. Man kann die Verstärkung durch Drehen gegen den Uhrzeigersinn reduzieren, und umgekehrt durch Drehen im Uhrzeigersinn vergrößern. Eine kleinere Verstärkung ergibt ein größeres Loch und umgekehrt. Es gibt jedoch eine Minimalgrenze der Lochgröße. Die Minimalgrenze wird durch Einstellung der Fotoempfindlichkeit auf 10 erzielt.

Falls man eine Nacheinstellung des Fotoverstärkers wünscht, muß folgendermaßen verfahren werden:

- Ein Material und einen Elektrolyten, welche erfahrungsgemäß gute Resultate geben, wählen.
- Stellschraube des Fotoverstärkers in Mittlerstellung stellen.
- Fotoempfindlichkeit auf 1 stellen.
- Eine Probe herstellen.
- Probenloch messen (das Loch muß nahe der Mitte sein). Das Loch muß einen Durchmesser von etwa 200 µm haben. Wenn dies nicht der Fall ist, muß die Fotoempfindlichkeit eingestellt werden, bis eine Lochgröße von etwa 200 µm \varnothing in einer neuen Probe erzielt werden kann.
- Die Probe mit einem Loch von 200 µm \varnothing in den Probenhalter anbringen.
- Den Probenhalter in das Gerät anbringen.
- Die Leitungen zu den Jethaltern abmontieren.
- Die Stellschraube für den Fotoverstärker soviel wie möglich gegen den Uhrzeigersinn drehen.
- Fotoempfindlichkeit auf 1 stellen.
- Das Gerät mit dem Start/Stopp Knopf in Betrieb setzen.
- Die Stellschraube für den Fotoverstärker im Uhrzeigersinn drehen, bis der Vorgang abgestellt wird.

Als Nachkontrolle kann man ein Polieren mit Fotoempfindlichkeit auf 10 eingestellt durchführen. Bei der Herstellung einer neuen Probe muß der Lochdurchmesser 60-100 µm sein. Falls dies nicht der Fall ist, kann man den Fotoverstärker nacheinstellen. Drehen der Stellschraube gegen den Uhrzeigersinn ergibt ein größeres Loch, und Drehen im Uhrzeigersinn ergibt ein kleineres Loch. Falls ein kleineres Loch nicht erzielt werden kann, hat man die Grenze für das Erzielbare erreicht.

2.8. Vorbehandlung der Probe

Die Absicht der Vorbehandlung ist es, Scheiben von 3 mm (2,3 mm) Durchmesser, Dicke 0,1-0,5 mm, zu präparieren. Elektrische Funkenbearbeitung oder mechanisches Drehen und Trennen sind bekannte Methoden.

Die Präparation kann auch auf Tenupol vorgenommen werden indem die ursprüngliche Probe eine getrennte Scheibe mit einer Maximumdicke von 1 mm und einem Maximumdurchmesser von 21 mm ist. Diese Scheibe kann z.B. auf der Discotom Trennmaschine folgenderweise getrennt werden: Einen planen Metallstoppklotz 0,4-2 mm von der Seite der Trennscheibe festspannen. Eine plane Oberfläche des Metalls, das später gedünnt werden soll, gegen den Stoppklotz drücken und festspannen. Wenn in der gewöhnlichen Weise getrennt wird, wird das Metall zwischen dem Stoppklotz und der Trennscheibe als eine Platte abgetrennt. Der Metallstoppklotz kühlt die Platte und sorgt dafür, daß die Trennscheibe nicht abgebogen wird. Die abgetrennte Platte wird jetzt mit Schleifpapier, z.B. auf Knuth-Rotor, geschliffen. Es wird empfohlen, die Platte mit doppelklebendem Klebeband auf einem planen Metallklotz zu befestigen. Erst die eine Seite und dann die andere Seite der Platte auf der rotierenden Scheibe schleifen und mit Schleifpapier Korn 1000 abschließen. Die Dicke der Platte sollte dann max. 1 mm sein.

Nach dem Klarmachen der Probe ist es wichtig, Oxydation oder Verschmutzung der Probe zu vermeiden, da dies verursachen kann, daß die Probe in Tenupol-3 nicht befriedigend poliert wird.

Falls die Probe aus einer Folie gestanzt ist, muß sie auf den beiden Seiten feingeschliffen werden, um eventuelle Unreinheiten zu entfernen, bevor sie in Tenupol-3 präpariert werden kann.

2.9. Dünnen, allgemein

Ca. 1 Liter des Elektrolyten, der für das betreffende Metall geeignet ist in den Elektrolytbehälter gießen. Die Temperatur regulieren. Die Düsen in der Polierzelle anbringen. Normalerweise werden 1 mm Düsen für 3 mm (2,3 mm) Proben und 2,5 mm Düsen für den 10 mm Probenhalter verwendet, die 2,5 mm Düsen können aber auch für die 3 mm (2,3 mm) Proben verwendet werden, falls ein fast stillstehender Elektrolyt gewünscht wird.

Die Düseneinheiten entfernen, indem sie gegen die Mitte der offenen Mittelkammer gedrückt werden, gleichzeitig damit daß der Probenhalter herausgezogen wird, und sie durch die entgegengesetzte Bewegung befestigen. Die Düseneinheiten werden durch Drücken des Probenhalters zwischen diese befestigt. Die Probe im Halter so anbringen, daß sie das Platin berührt. Den Halter schließen und in der Zelle anbringen. Die Spannung einschalten und auf den Wert für das Polieren einstellen. Auch die Pumpengeschwindigkeit auf den gewählten Wert, 1-4: niedrige Geschwindigkeit, 4-6: mittlere Geschwindigkeit, 6-10: hohe Geschwindigkeit, einstellen. Den Spannungsschalter "Mains" einschalten, so daß die Illuminationslampe leuchtet. Den Schalter "Start/Stop" einschalten. Die Pumpe startet jetzt. Nach 3 Sekunden werden die Polierkammern gefüllt, und wenn die Pumpengeschwindigkeit reduziert wird, wird der Polierstromkreis automatisch eingeschaltet. Falls der Anwender nicht weiß, wie viel Elektrolyt durch die Zelle strömt, kann er die Vorderkante der Unterlagsplatte ein wenig anheben, um die Elektrolytmenge zu betrachten. Wann der Vorgang gestoppt werden muß, hängt davon ab, ob Vordünnen, elektrolytisches Ausstanzen oder Schlußdünnen vorgenommen wird. Der Vorgang stoppt entweder durch Betätigung der Fotozelle, wenn ein Loch in der Probe entsteht, nach Auflauf der Schaltuhr (man bemerke: falls man das kleinstmögliche Loch wünscht, sollte die Schaltuhr nicht verwendet werden) oder durch Ausschalten des Motors und des Polierstroms mit dem Schalter "Start/Stop". Das kleinstmögliche Loch kann immer durch maximale Drehung der Einstellschraube im Uhrzeigersinn und durch Einstellung des Photoempfindlichkeitsknopfes auf 10 auf der Skala erzielt werden. Den Probenhalter umgehend herausnehmen und in einem Reinigungsbad öffnen, so daß die Probe herausfällt. Falls nicht umgehend weiter poliert werden soll, wird empfohlen, auch die Netzspannung auszuschalten.

2.9.1. Vordünnen

Die getrennte und vielleicht vorgeschliffene Platte kann mittels des Probenhalters vordünnt werden, wo auf den beiden Seiten der Platte eine Fläche von 10 mm Durchmesser poliert werden kann (Kennwort TETMA). Damit die Platte zum Probenhalter passen kann, darf ihre Dicke nicht mehr als 1 mm und ihr Durchmesser nicht mehr als 21 mm sein. Die Düsen von 2,5 mm verwenden (Extraausrüstung: Kennwort TETET). Es sollte nicht poliert werden, bis die Platte gelockt wird. In den meisten Fällen reichen 5 Minuten. Nach dem Vordünnen sollte die Dicke 0,1-0,5 mm sein. Die Zeit mit dem Timer kontrollieren.

2.9.2. Elektrolytisches Ausstanzen

Wenn Tenupol mit den Düsen von 2,5 mm versehen ist, kann es zum elektrolytischen Trennen von 3 mm (2,3 mm) Proben im Probenhalter von 10 mm verwendet werden. Die größere Probe, die 0,1-0,5 mm dick sein sollte, erst in Alkohol entfetten. Die eine Seite der Probe mit einem besonderen säurebeständigen Klebeband mit einem säurebeständigen Klebemittel ganz decken. Auf der anderen Seite 1-4 Scheiben von Klebeband von 3 mm (2,3 mm) Durchmesser innerhalb eines Kreises von 10 mm Durchmesser befestigen. Das Klebeband ist als ein Satz erhältlich (Extraausrüstung: Kennwort TENKI). Das Klebeband auf dem Metall sorgfältig befestigen. Die Probe jetzt im Probenhalter so anbringen, daß es um die kleinen Klebeband-scheiben eine freie Oberfläche gibt, die wegpoliert werden kann. Nach Anbringen des Halters in der Zelle, die Kathode auf der Seite, wo die Probe ganz gedeckt ist, ausschalten, indem der Bananenstecker aus der Steckdose herausgenommen wird. Die Proben dann in der gewöhnlichen Weise polieren, bis die freie Oberfläche verschwunden ist. Die Metallproben von 3 mm (2,3 mm) befinden sich jetzt unter den Klebebandscheiben. Die Proben entfernen und waschen, und sie sind für das Schlußdünnen bereit.

Die standardgelieferten Düsenhalter haben Düsen mit einem Durchmesser von 1 mm. Zum Vordünnen und elektrolytischen Ausstanzen mit dem 10 mm Probenhalter müssen jedoch Düsen mit einem Durchmesser von 2,5 mm verwendet werden. Wenn hochviskose Elektrolyte verwendet werden, kann es notwendig sein, 2,5 mm Düsen (Kennwort: TETET), auch in Verbindung mit 2,3 mm und 3 mm Probenhaltern, zu verwenden. Der Anwender kann leicht zwischen 1 mm und 2,5 mm Düsenhalter wechseln.

2.9.3. Schlußdünnen

Schlußdünnen ist normalerweise ein Polieren von Proben von 3 mm (2,3 mm) mit den Düsen von 1 mm. Die Proben werden poliert, bis ein kleines Loch erscheint, und der Schleifvorgang stoppt, sobald das Licht durch die Probe bricht.

Durch Änderung der Photoempfindlichkeit kann die Lochgröße geändert werden. Position 10 gibt die maximale Empfindlichkeit an, so daß ein kleines Loch umgehend registriert wird. Der Vorgang kann von der Fotozelle, die auf der Polierzelle montiert ist und den Strom ausschaltet und einen Summer betätigt, automatisch beendet werden.

Nach dem Polieren den Probenhalter herausnehmen und in einem Bad mit z.B. Äthanol oder destilliertem Wasser nah an der Zelle öffnen. Die Probe von diesem Bad in ein Bad mit z.B. Athanol mit einer Pinzette überführen. Sie dann auf einem Stück Filterpapier anbringen, wo sie in einigen Sekunden trocknen und zur Untersuchung oder Aufbewahrung bereit ist.

Gedünnte Proben können unter Vakuum in einem Exsikkator mit Silikagel aufbewahrt werden. In den meisten Fällen können sie auch in Glycerol zum Schutz vor der Einwirkung der Atmosphäre aufbewahrt werden.

2.10. Dünnungsbeispiele

2.10.1. Dünnen im 10 mm Probenhalter

Material	Elektrolyt	Temperatur	Strömungsgeschwindigkeit mm	A	V	Ungefähre Zeit zum Abtrag von 0,1 mm in Min
Messing	D-2	15	140	0,4	10	6
Rostfreier Stahl	A-8	15	20	0,2	40	10

2.10.2. 2.10.2 Dünnen im 3 mm Probenhalter

Material	Elektrolyt	Temperatur	Strömungsgeschwindigkeit mm	A	V	Ungefähre Zeit zum Abtrag von 0,1 mm in Min
Messing	D-2	15	120	0,06	4	140
Rostfreier Stahl	A-8	13	20	0,07	40	130

NB Es wird eine Strömungsgeschwindigkeit zwischen einer Flüssigkeitsäule von 20 und 200 mm für sämtliche Materialien empfohlen.

2.11. Wahl des Elektrolyten

2.11.1. Übersicht über Elektrolyte für Tenupol

- A-8 Eisen, rostfreier Stahl, Nickel, Kobalt, Zirkonium.
Mehrzweckelektrolyte.
D-2 Kupfer, Kupferlegierungen, Messing.

2.11.2. Zerfall der Elektrolyte

Die beiden Komponenten werden normalerweise separat geliefert, so daß sie unmittelbar vor der Anwendung gemischt werden können. In gemischtem Stande halten die Elektrolyte ein halbes Jahr oder vielleicht ein wenig länger. Bitte jedoch bemerken, daß die Anwendung der Elektrolyte der wichtigste Grund eines Zerfalls ist. Die Elektrolyte auswechseln, wenn sie eine ungewöhnlich große Menge von Metallionen enthalten.

2.12. Polierfehler

2.12.1. Probleme

Falls beim elektrolytischen Polieren keine ausreichend hohe Qualität erreicht wird, ist es notwendig, die Polierverhältnisse zu ändern. Es ist möglich, unter fünf wichtigen Möglichkeiten zu wählen:

- dem Elektrolyt
- der Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyten
- der Temperatur
- den elektrischen Verhältnissen und
- den geometrischen Verhältnissen.

Bei Tenupol sind die geometrischen Verhältnisse festgelegt und können nur durch Austauschen oder Änderung gewisser Komponenten geändert werden.

Mit Bezug auf die anderen Möglichkeiten gilt folgendes:

- Die chemische Zusammensetzung des Elektrolyten ist für die Qualität des Polierens sehr wichtig. Mit einem ungeeigneten Elektrolyt wird das Polieren schlecht, die Oberfläche wird oxidiert oder geätzt, Vertiefungen entstehen, oder nur eine Seite der Probe wird poliert, die andere ist schwarz und oxidiert. Es ist überhaupt nicht sicher, daß ein Elektrolyt, der bei anderen Geräten (z.B. Pollectrol) ein bestimmtes Material poliert, auch zum Dünnen dieses mit Tenupol geeignet ist. A-2 ist z.B. nicht für Tenupol geeignet. Die Literatur erwähnt viele Beispiele von Elektrolyten, die zum Dünnen geeignet sind. (Siehe z.B. I.S. Brammer and M.A.P. Dewey: Specimen Preparation for Electron Metal lography. Blackwell Scientific Publication, Oxford 1966).
- Die Strömungsgeschwindigkeit bestimmt vor allem, ob eine Viskose, anodische Schicht während des Polierens bewahrt werden kann. Das Düsenpolieren hat eine Tendenz, die Schicht zu entfernen. Die richtige Wahl der Strömungsgeschwindigkeit ist deshalb meistens von dem zu polierenden Material und dem Elektrolyt abhängig. Die beste Strömungsgeschwindigkeit variiert sehr, und es ist nicht möglich, allgemeine Regeln aufzustellen.
- In gewissen Fällen werden bei einer niedrigeren Temperatur bessere Ergebnisse erreicht. Bei einer niedrigeren Temperatur wird das Polieren langsamer, so daß die Probe weniger geätzt und oxidiert wird.
- Die elektrischen Verhältnisse bestimmen natürlich, ob überhaupt poliert werden kann. Es gibt nur die richtigen Verhältnisse in einem bestimmten Bereich der Stromdichte. Falls eine Stromdichte - Spannungskurve gezeichnet wird, werden die besten Polierverhältnisse gefunden, wo der Strom in einem Spannungsbereich ungefähr konstant ist. Außerdem haben einige Anwender entdeckt, daß gewisse Materialien besser poliert werden, falls der Strom als eine Serie von Schocks am Ende des Vorgangs eingeschaltet wird.

Mit Bezug auf das Polieren auf Tenupol können die Polierfehler in folgende Klassen aufgeteilt werden:

1. Schlechtes Polieren, d.h. falsche Polierverhältnisse, so daß die eine Seite oder beide Seiten der Probe nicht spiegelblank poliert werden. Vertiefungen können entstehen.
2. Die Probe wird poliert, die Oberfläche am Rand des Loches ist aber nicht dünn.

Betr. 1

Versuchen, die elektrischen Verhältnisse zu ändern. Vielleicht war die Spannung zu schwach, um in den Polierbereich zu gelangen. Vertiefungen können entstehen, falls der Strom zu stark ist. Durch eine Senkung der Temperatur wird das Polieren weniger gegen Spannungsänderungen empfindlich. Die Strömungsgeschwindigkeit sollte geändert werden. Eine zu hohe Strömungsgeschwindigkeit kann die Polierschicht zerstören, so daß die eine Seite der Probe nicht poliert wird. Eine kleinere Elektrolytmenge ermöglicht den Aufbau einer Polierschicht.

Falls dies nicht hilft, kann festgestellt werden, ob das betreffende Material nicht vom Elektrolyt poliert werden kann, und ein anderer Elektrolyt sollte verwendet werden.

Betr. 2:

Das Loch ist vielleicht zu groß geworden, so daß die zuerst gebildete dünne Folie verschwunden ist. So wie das Elektropolieren die Spitzen der Unebenheiten der Oberfläche angreift, greift es auch den Rand des Loches als eine Unebenheit an. Besonders wenn der Düsenleistung groß ist, ist es sehr wichtig, den Vorgang zu stoppen, während das Loch klein ist.

Es wird empfohlen, die Strömungsgeschwindigkeit zu regulieren. Ein kräftiger Elektrolytstrahl kann eine zu kleine Oberfläche angreifen. Weiter sollte eine andere elektrische Stromdichte verwendet werden.

Dann und wann wird durch eine niedrigere Temperatur ein besseres Profil um das Loch, möglicherweise wegen einer Änderung der Viskosität, erreicht.

Falls dies nicht hilft, ist der Elektrolyt wahrscheinlich nicht zum Dünnen des betreffenden Materials geeignet, obwohl er dieses Material elektropolieren wird. Einen anderen Elektrolyt verwenden.

3. Zubehör

Spezifikation	Kennwort
<i>Probenhalter</i> Für Ø3 mm Proben	TETRI
Für Ø2,3 mm Proben	TETTO
Vordünnen von Ø10 mm Proben	TETMA
<i>Düsenhalter</i> Ø1 mm (für TETRI und TETTO)	TETOR
Ø2,5 mm (für TETMA)	TETET
<i>Klebkitt</i> Für elektrolytischen Ausstanzen von 3 mm Proben	TENKI

4. Wartung

Während der Garantieperiode dürfen eventuelle Reparaturen nur von Struers oder von autorisierten Struers-Vertretern vorgenommen werden. Es wird empfohlen, nach der Garantieperiode Reparaturen in derselben Weise oder von kompetenten, fachlich ausgebildeten Mitarbeitern ausführen zu lassen.

4.1. Poliereinheit

Früher verwendeter Elektrolyt, der zurückbleibt, kann das nachfolgende Polieren zerstören. Deshalb lohnt es sich, die Polierzelle und Pumpe sorgfältig zu reinigen, bevor mit neuem Elektrolyt aufgefüllt wird.

Den Elektrolytbehälter mit Wasser füllen und dieses wie gewöhnlich durch das System pumpen. Nach dieser Reinigung dafür sorgen, daß die Pumpe und Polierzelle abtropfen, so daß der Elektrolyt nicht mit Wasser verdünnt wird. Falls Kupfer oder Kupferlegierungen gedünnt worden sind, kann sich ein wenig Kupfer auf die Kathoden ablagern. Diese Schicht kann vor der Reinigung mit einigen Tropfen Salpetersäure entfernt werden.

Tenupol sollte nicht unnötig lange mit Elektrolyt stehenbleiben, da die eingetauchten Teile ein wenig angegriffen werden können.

Besonders kann A-8 die Metallteile angreifen.

Die Poliereinheit nie umkehren, besonders nicht wenn Elektrolyt in der Pumpe ist, da dieser von der Pumpe zum Motor tropfenweise zugeführt werden kann, so daß die Welle festsetzt. Dafür sorgen, daß das Motorgehäuse nicht mit dem Elektrolyt in Verbindung kommt. Die Poliereinheit kann außen mit einem Tuch, das mit Wasser befeuchtet ist, gereinigt werden. Die Poliereinheit kann mit Wasser überbraust werden.

4.2. Steuereinheit

Dafür sorgen, daß Elektrolyt nicht auf das Gehäuse oder die Frontplatte der Steuereinheit verschüttet wird. Nach der Anwendung, die Frontplatte mit einem feuchten Tuch reinigen.

5. Fehlersuche

Elektrolyt

- Das Alter des gemischten Elektrolyten untersuchen. Die Mischung sollte nicht mehr als 3 Monate alt sein.
- Untersuchen, wie oft mit dem Elektrolyt poliert worden ist. Der Elektrolyt kann abgenutzt sein, falls zu viel poliert wird.
- Dafür sorgen, daß die korrekte Kombination von Material und Elektrolyt verwendet wird.
- Dafür sorgen, daß der Elektrolyt während des Betriebs ausreichend gekühlt wird.

Polierstromkreis

- Dafür sorgen, daß sämtliche Stecker richtig angeschlossen sind.
- Dafür sorgen, daß der rostfreie Kontaktteil des Probenhalters (Fig. 7.5) intakt und an den Platinstreifen (Fig. 7.4) angeschlossen ist.
- Dafür sorgen, daß der Probenhalter bei der Montierung in der Kammer an den Federschalter (Fig. 4.4) der Polierkammer angeschlossen ist.
- Die Spannung durch den Federschalter und die Bananenstecker des Düsenhalters (oder durch den Platindraht der Düsen) kontrollieren.

6. Technische Daten

Steuereinheit

Netzspannung: 110/220V (1-phasig), 50-60 Hz.
Stromverbrauch:
2 A/220-240 V, 4 A/ 10-120V

Maximumausgang:
5-40 V/5 A, 15-120 V/1,6 A

Dimensionen:

Breite: 360 mm
Tiefe: 290 mm
Höhe: 180 mm

Gewicht: 10,7 kg

Poliereinheit

Probengröße:
12-21mm Durchmesser, Maximumdicke 1 mm (mit TETMA)
3 mm Durchmesser, Maximumdicke 0,5 mm
2,3 mm Durchmesser, Maximumdicke 0,5 mm (mit TETTO)

Abmessungen

Breite: 270 mm
Tiefe: 180 mm
Höhe: 276 mm

Gewicht: 3,8 kg

Sicherheitsstandard

IEC 204 / EN 60204-1 (VDE 0113)

Mode d'emploi

Toujours mentionner le *n° de série* et la *tension/fréquence* de l'appareil lors de questions techniques ou de commandes de pièces détachées. Vous trouverez le n° de série et la tension de l'appareil indiqués soit sur la page de garde du mode d'emploi, soit sur une étiquette collée ci-dessous. En cas de doute, veuillez consulter la plaque signalétique de la machine elle-même. La date et le n° de l'article du mode d'emploi peuvent également vous être demandés. Ces renseignements se trouvent sur la page de garde.

Les restrictions suivantes doivent être observées. Le non respect de ces restrictions pourra entraîner une annulation des obligations légales de Struers:

Mode d'emploi: Le mode d'emploi Struers ne peut être utilisé que pour l'équipement Struers pour lequel il a été spécifiquement rédigé.

Manuels de maintenance: Un manuel de service de Struers ne peut être utilisé que par un technicien spécialiste autorisé par Struers. Le manuel de service ne peut être utilisé que pour l'équipement Struers pour lequel il a été spécifiquement rédigé.

Struers ne sera pas tenu responsable des conséquences d'éventuelles erreurs pouvant se trouver dans le texte du mode d'emploi/illustrations. Les informations contenues dans ce mode d'emploi pourront subir des modifications ou des changements sans aucun avis préalable. Certains accessoires ou pièces détachées ne faisant pas partie de la présente version de l'équipement peuvent cependant être mentionnés dans le mode d'emploi. Le contenu de ce mode d'emploi est la propriété de Struers. Toute reproduction de ce mode d'emploi, même partielle, nécessite l'autorisation écrite de Struers.

Tous droits réservés. © Struers 1997.

Struers A/S
Valhøjs Allé 176
DK-2610 Rødovre/Copenhagen
Danemark
Téléphone +45 36 70 35 00
Téléfax +45 38 27 27 01



Tenu pol-3 Fiche de sécurité

A lire attentivement avant utilisation

1. L'opérateur doit être parfaitement instruit de l'usage de l'appareil conformément au mode d'emploi.
2. L'opérateur doit être entièrement instruit de l'usage des électrolytes utilisés avec Tenupol-3.
3. Observer les règles de sécurité en vigueur concernant le maniement, le mélange, le remplissage de l'électrolyte. Voir section INSTALLATION. Les feuilles de sécurité (Material Safety Data Sheets) couvrant les électrolytes Struers peuvent être obtenues sur demande.
4. Contrôler la plaque de désignations du type de l'appareil avant le branchement sur le réseau électrique.
5. Vérifier que l'unité de polissage reposé solidement sur le support.
6. Ne pas laisser l'appareil sans surveillance lorsque celui-ci est rempli d'électrolyte.
7. Le processus de polissage dégage de la chaleur. Veiller à ce que la température de l'électrolyte soit maintenue au-dessous du point d'inflammabilité de l'électrolyte utilisé.

L'appareil/machine est conçu pour être utilisé avec des articles consommables fournis par Struers. En cas de mauvais usage, d'installation incorrecte, de modification, de négligence, d'accident ou de réparation impropre, Struers n'acceptera aucune responsabilité pour les dommages causés à l'utilisateur ou à l'équipement.

Le démontage d'une pièce quelconque de l'appareil/machine, en cas d'entretien ou de réparation, doit toujours être assuré par un technicien qualifié (en électromécanique, électronique, mécanique, pneumatique, etc.).

Table des matières	Page
1. Installation	62
1.1. Contenu de emballage	62
1.2. Mise en place	62
1.3. Montage et raccordement des unités individuelles.....	63
1.4. Règlements de sécurité	64
2. Opération	66
2.1. Introduction	66
2.2. Application	66
2.3. Fonctionnement	66
2.4. Construction.....	67
2.5. Opération de l'unité de commande.....	69
2.6. Opération de l'unité de polissage	73
2.7. Paramètres d'opération	76
2.8. Traitement préliminaire de l'échantillon	79
2.9. Amincissement, en général	79
2.10. Exemples d'amincissement	82
2.11. Electrolytes	82
2.12. Vices de polissage.....	83
3. Accessoires	85
4. Maintenance	86
4.1. L'unité de polissage	86
4.2. L'unité de contrôle.....	86
5. Indication d'erreur	87
6. Données techniques	88

1. Installation

1.1. Contenu de emballage

- 1 Unité de commande avec câble pour branchement au réseau
- 1 Unité de polissage avec cellule de polissage, protection de la cellule de polissage, transmetteur/récepteur IR, serpentin de refroidissement et système de pompe, câble et connexion de fiches pour l'unité de commande.
- 1 Poche de thermomètre
- 1 Thermomètre +20/-50°C
- 1 Porte-échantillons pour échantillons de dia. 3 mm
- 1 Porte-buses, ajustage 1 mm, jeu de deux
- 1 Cuve PVC, isolée
- 1 Cuve PVC, non-isolée
- 2 Tuyaux de dia. 8 mm pour serpentin de refroidissement, 2 x 1 m
- 1 Porte-buse avec tuyau (sans cathode)
- 1 Tuyau de vidange

1.2. Mise en place

Tenupol-3 est un appareil stationnaire pour installation dans un laboratoire. Ceci implique que l'appareil doit être mis sur une table plane et horizontale. Le dessus de table doit avoir une résistance normale aux produits chimiques. Il est recommandé de placer l'unité de polissage sur une feuille de papier imprégné ou d'autre feuille de protection facile à échanger.

Soyez attentif à ce que les électrolytes employés peuvent exiger aspiration punctuelle ou installation d'une hotte fermée.

L'unité de commande peut être placée, soit à côté de l'unité de polissage, soit sur un rayon au-dessus de l'unité de polissage. En la mettant sur une table à côté de l'unité de polissage, le confort de l'opérateur est augmentée si l'unité de commande est penchée sur les pieds incorporés.

1.3. Montage et raccordement des unités individuelles

1.3.1. L'unité de polissage

Placer la plaque de fondement avec pompe, cellule de polissage etc. sur une des deux cuves PVC. Le serpentin de refroidissement et la pompe doivent être immergés dans la cuve, et le moteur de pompe et la cellule de polissage doivent tourner vers le haut (voir fig. 11).

Mettre la poche de thermomètre dans le trou (2.5) entre la cellule de polissage et le moteur de pompe. Mettre le thermomètre dans la poche.

Monter les deux porte-buses et le porte-échantillons suivant les descriptions dans le section OPERATION.

Raccorder l'unité de polissage à l'unité de commande. La fiche multiple est branchée à la boîte à prises au côté droit de l'unité de commande et l'écrou de la fiche est serré. Le serrage doit être fait par la main, sans usage de pinces ou d'autres outils.

Brancher le serpentin de refroidissement à une machine de refroidissement séparée, au réseau électrique ou d'autre dispositif de refroidissement conforme aux normes de sécurité et donnant satisfaction à des restrictions éventuelles de consommation de ressources d'eau.

Il sera techniquement correct d'employer comme sortie le raccord le plus proche au moteur de pompe.

Alternativement la cuve non-isolée peut servir de réservoir d'électrolyte. De cette façon l'on peut obtenir le refroidissement en mettant cette cuve dans un bain de glace ou d'autre bain de refroidissement.

1.3.2. L'unité de commande

Sur le côté gauche de l'appareil (fig. 1.3) se trouve un commutateur de voltage du réseau. Vérifier que ce commutateur est réglé conformément au voltage d'alimentation actuel.

Le câble de raccordement livré avec l'appareil est monté dans la boîte à prise sur le côté gauche de l'appareil (fig. 1.4) et ensuite branche sur le réseau électrique.

Sur la face inférieure de l'appareil des pieds pliables (fig. 1.5) sont montés à 5 cm de l'arête de devant, dans les deux côtés. Ces pieds sont dépliés si l'on désire que la plaque frontale de l'unité de commande soit penchée davantage.

1.4. Règlements de sécurité

1.4.1. Electrolytes

Les électrolytes mentionnés dans section OPERATION peuvent être utilisés sans risque pour l'utilisateur ou l'équipement si les précautions de sécurité stipulées pour ces électrolytes sont suivies.

Quelques-uns des électrolytes contiennent de l'acide perchlorique. Voir section INSTALLATION, Règlements de sécurité pour plus de précision.

Tenupol-3 est dessiné pour l'usage avec les électrolytes recommandés par Struers. D'autres électrolytes, par exemple des électrolytes contenant des bases ou des acides forts, risqueraient d'endommager la construction ou constitueraient un danger pour l'usager.

Il convient de noter que beaucoup d'électrolytes contiennent de l'alcool ou d'autres solvants inflammables. Vérifier que toutes les précautions de sécurité soient observées en utilisant de tels électrolytes.

Il est impératif que l'utilisateur soit parfaitement entraîné dans l'opération de Tenupol-3 et familier avec l'emploi des électrolytes.

En nettoyant l'appareil après l'usage, vérifier qu'il n'y a pas de gouttes d'électrolyte qui sèchent ou cristallisent à l'intérieur de l'instrument ou sur la matière polie.

1.4.2. Acide perchiorique

Les électrolytes provenant de Struers portant le préfixe A se composent d'environ 1 litre de solution de stockage, auquel 15-90 ml de l'acide perchlorique (60%) est ajouté. En conséquence, l'électrolyte fini va contenir de 1 à 5% d'acide perchlorique.

Les électrolytes avec un contenu d'acide perchlorique aussi faible ne présentent pas de risque notable. Toutefois, avant le mélange, il y aura 60% d'acide perchlorique. Pour cette raison il faut observer les précautions de sécurité suivantes pour l'acide perchlorique:

- A. Entraînement des opérateurs**
- Tout personnel s'occupant du mélange, de l'usage, du stockage, de la transportation et de l'évacuation des électrolytes ou de leurs composants, doit être méticuleusement entraîné dans les mesures de sécurité à faire.
 - Il faut mettre beaucoup d'importance aux précautions concernant l'inhalation des vapeurs de la solution et de ses composants, le contact avec la peau, le mélange et le surchauffage, les méthodes de stockage et d'évacuation.
- B. Mélange de la solution**
- Ajouter l'acide perchlorique au mélange de solvant/eau tout doucement en agitant tout le temps, dans un bain d'eau avec contrôle de la température.
 - Le mélange doit avoir lieu dans une hotte fermée pour produits chimiques bien ventilée, spécialement conçue pour l'usage de l'acide perchlorique.
 - L'opérateur doit porter les vêtements ou les dispositifs de protection indiqués: Ecran de protection couvrant le visage entièrement ou lunettes anti-projection, gants de caoutchouc, blouse d'atelier ou hors-tout.
 - Eviter l'usage de récipients de combustibles, cuves de réaction, réceptacles carbonifères, rayons de stockage ou matériaux de ce type en travaillant avec l'acide.
- C. Stockage de l'acide perchlorique de solution**
- Ne pas permettre à aucun acide de cristalliser sur les cols, les bouchons ou d'autre part de la bouteille.
 - Garder les liquides dans des endroits sûrs, bien ventilés, en réceptacles de métal, verre ou céramique.
 - Garder les liquides séparés d'autres produits chimiques, matériaux combustibles et organiques.
 - Ne pas laisser les solutions sécher en aucune façon.
- D. Danger d'incendie et d'explosion**
- De l'acide perchlorique 60% est classé 'Matière non-inflammable', cependant, il faut éviter le contact avec des matières organiques susceptibles de causer explosion.
 - Allumage de feu doit avoir lieu seulement dans des endroits protégés. Eteindre en arrosant avec de l'eau.
 - Ne pas produire de l'acide perchlorique anhydride, ni de ses sels, ni de solutions aqueuses, par exemple en chauffant des acides au point d'ébullition élevé ou d'agents de déshydratation, tels que l'acide sulfurique ou pentoxide de phosphore.
- Hors d'être susceptible de causer explosion spontanée, l'acide anhydride explose immédiatement en contact avec les matériaux organiques oxydables.
- Le stockage d'acide perchlorique doit être limité aux quantités inférieures à 500 g par hotte.
- E. Evacuation**
- Suivre les réglementations locales en évacuant les résidus.
 - Dilution et/ou neutralisation sont les méthodes normalement recommandées pour l'évacuation de l'électrolyte.

2. Opération

2.1. Introduction

Tenupol-3 se compose d'une plaque de base avec une cellule de polissage, un système détecteur infrarouge incorporé, un serpentin de refroidissement et un système de pompage, tout situé au sommet d'un réservoir en PVC pour l'électrolyte. Les pièces électriques, la pompe etc. sont reliées par un câble à une unité de commande et d'alimentation en courant séparée.

2.2. Application

Tenupol-3 est un appareil automatique pour l'amincissement électrolytique des échantillons pour la Microscopie Electronique par Transmission et d'autres méthodes d'examen où l'épaisseur des échantillons doit répondre, ou être inférieure, à la granulométrie de la matière à étudier.

2.3. Fonctionnement

Un échantillon, normalement d'épaisseur max. de 0.5 mm et d'un diamètre de 3 mm, est placé entre deux buses immergées. Un système de pompage envoie un courant d'électrolyte à travers les buses vers l'échantillon.

A l'aide d'une alimentation en courant continu un circuit électrique est établi avec une cathode placée dans l'électrolyte et avec l'échantillon connecté comme anode.

Quand le circuit électrique est fermé, la matière de l'échantillon sera ôtée par voie électrolytique. Ceci résulte à la formation d'un petit trou au centre de l'échantillon pourvu que les paramètres corrects sont employés.

Au bord du trou il y aura une coupe transversale en forme d'une V. La pointe de cette "V" aura l'épaisseur désirée pour les examens de structure ultérieurs.

Dans Tenupol-3 le trou est détecté par un système infrarouge qui coupe le processus automatiquement. Ainsi que le voltage au-dessus de l'échantillon, peuvent être contrôlés de l'unité de commande.

2.4. Construction

L'appareil se compose des unités principales suivantes:

2.4.1. Unité de commande

Un câble relie l'unité de polissage à l'unité de commande. Le câble renferme toutes les connexions à la cellule de polissage, à la pompe et au transmetteur/ récepteur infrarouge. Le raccordement se fait à l'aide d'une boîte à multi-fiches sur le côté droit de l'unité de commande.

Le coffret d'acier solide loge l'alimentation en courant, l'électronique et les réglages pour le voltage de polissage, la sensibilité photographique, le débit de flux et la minuterie. Deux indicateurs indiquent le voltage et l'ampérage durant le processus.

Il est possible de compenser les déviations importantes des différents électrolytes en mettant l'appareil dans la position "Adjust Mode". Dans cet état la vitesse d'écoulement peut être optimisée à l'électrolyte actuel.

2.4.2. L'unité de polissage

L'unité de polissage se compose d'une plaque de base PVC (fig. 2.1) portant le système de pompage (2.2), la cellule de polissage (2.3) avec buses et porte-échantillons, un serpentin de refroidissement (2.4) et un thermomètre (2.5). Dépendant de la méthode de refroidissement, la plaque de base est placée sur une cuve PVC isolée ou non-isolée.

Le système de pompage (Fig. 3)

La pompe d'électrolyte (Fig. 3.1) est une pompe de pression, fabriquée en PVC, qui refoule le liquide à un branchement de tuyaux en forme d'une Y jusqu'aux deux compartiments symétriques dans la cellule de polissage. Le moteur de pompe (Fig. 3.2) sur la plaque de base est couverte d'un capotage en aluminium anodisé (Fig. 3.3) et de PVC (Fig. 3.4) Les paliers du moteur etc. sont protégés contre les vapeurs et des projections d'électrolyte par un collier de serrage (Fig. 3.5) monté sur l'arbre du moteur.

La cellule de polissage (Fig. 4)

Du branchement des tuyaux en Y l'électrolyte est pompé dans deux compartiments symétriques (Fig. 4.1) dans la cellule de polissage en PVC, d'où l'électrolyte passe par les deux buses (Fig. 4.2) et frappe l'échantillon dans le porte-échantillons (Fig. 4.3), après quoi l'électrolyte retourne à la cuve.

Dans la partie centrale de la cellule de polissage est incorporé un commutateur à ressort (Fig. 4.4) permettant au porte-échantillons d'être connecté au circuit de polissage.

Dans les deux couvercles d'extrémité sont montés le transmetteur et le récepteur IR (Fig. 4.9). Le système de détection infra-rouge est opéré à partir de la plaque (Fig. 4.5) frontale de l'unité de commande.

Buses (Fig. 5- 6)

Les deux buses et les porte-buses sont fabriqués de PVC. Les buses standard ont un diamètre de 1 mm et s'utilisent normalement avec les porte-échantillons de 3 mm ou 2.3 mm. Les porte-buses sont également livrables avec buses de dia. 2.5 mm à l'usage des porte-échantillons 10 mm ou avec des électrolytes à viscosité élevée (voir chapitre 2 et 3).

Chaque buse est entourée d'une hélice de fil de platine, faisant fonction de cathode. Le fil de platine est relié à la douille sur le côté du porte-buse. Quand les porte-buses sont montés dans la cellule de polissage, les deux fiches-banane sont introduites dans les douilles (fig. 5.1), par quel fait les fils de platine sont branchés au circuit de polissage.

Porte-échantillons (fig. 7)

Le porte-échantillons standard, livré avec l'appareil, est fabriqué en PVC avec 2 insertions de téflon renforcées au carbone est construit pour l'amincissement des échantillons dia. 3 mm et épaisseur max. 0.5 mm. L'échantillon est placé dans un dispositif de fixation en platine (Fig. 7.4) lequel - à l'aide d'une unité de commutateur (Fig. 7.5) - est branché au circuit de polissage quand placé dans la cellule de polissage.

L'une des moitiés du porte-échantillons porte le dispositif de fixation en platine et l'unité de commutateur, alors que l'autre est dotée d'un diaphragme déplaçable (fig. 7.3), grâce à quoi l'épaisseur de l'objet (0.5 mm) ne pose pas de problème critique quant à la fixation de l'échantillon dans le porte-échantillons.

Les porte-échantillons pour les échantillons de diamètre 2.3 mm, ainsi que porte-échantillons d'un ajustage de 10 mm, sont livrables comme équipement accessoire (voir sections ACCESSOIRES et OPERATION).

Serpentin de refroidissement et thermomètre (Fig. 2)

Le serpentin de refroidissement résistant à la rouille (fig. 2.4) est fixé à la face inférieure de la plaque de fondement ainsi que les raccords des tuyaux (fig. 2.6) sont conduits à l'arrière-bord de la plaque de fondement. Dépendant de la méthode de refroidissement choisie, l'on peut brancher des tuyaux d'un robinet d'eau froide ou d'une unité d'arrosage recyclant séparée.

Dans la gaine de thermomètre (fig. 5) est placé un thermomètre de -50/+20°C. Si un problème donné exige un autre thermomètre, ce dernier peut tout simplement être changé.

Cuve PVC

L'équipement standard comprend une cuve PVC isolée et une cuve non-isolée. La cuve isolée s'emploie normalement quand l'électrolyte est refroidi à l'aide du serpentin de refroidissement, alors que la cuve non-isolée est utilisée quand l'on désire le refroidissement fait par un bain de glace ou semblable.

2.5. Opération de l'unité de commande

Une fois Tenupol-3 installé et raccordé comme décrit dans section INSTALLATION, l'appareil peut être mis en marche/coupé en utilisant l'interrupteur principal 0/1 en haut, au côté gauche de la plaque frontale (fig. 10.1).

Quand l'appareil est branché au réseau, la lampe indicatrice carrée s'allume (Fig. 10.2).

Noter que l'interrupteur principal et le bouton Start/Stop s'emploient pour mettre l'appareil dans 'Adjust Mode'. La procédure est décrite dans section OPERATION, Paramètres d'opération.

2.5.1. Boutons d'ajustement

Commutateur pour le champ de voltage (fig. 10.3)

Ce commutateur permet opération dans deux champs de voltage. Le hamp bas, de 5 à 45 V, s'emploie typiquement au polissage d'aluminium, cuivre et laiton. Le champ élevé, soit de 15 à 120 V, s'emploie typiquement à des aciers inoxydables et au fer, ainsi qu'à l'amincissement et le découpage électrolytique à l'aide du porte-échantillons avec ajustage 10 mm.

Bouton tournant pour l'ajustement du voltage de polissage (fig. 10.4)

Quand le champ de voltage souhaité a été choisi, le voltage de polissage peut être mis au point en utilisant l'échelle double sur le bouton tournant. Noter que le voltmètre ne montre des déviations que pendant le processus de polissage.

Commutateur pour le champ d'ampèremètre (fig. 10.6)

L'ammètre indique le courant dans le circuit de polissage durant le processus. Au moyen du commutateur l'on peut choisir le champs d'échelle qui convient au processus actuel, c'est-à-dire 0-0,5 A ou 0-5 A.

Bouton tournant pour le débit de l'électrolyte (fig. 10.8)

Ce bouton commande la vitesse de rotation du moteur de pompe, et donc la vitesse volumétrique (flux) traversant les buses dans le compartiment de polissage. L'échelle arbitraire de 1 à 10 est approximativement proportionnelle avec le flux, de sorte que 1 est le flux le plus bas, et 10 est le flux le plus élevé.

Vis d'ajustement pour le débit d'écoulement (fig. 10.9)

La vis d'ajustement déplace le champ minimum du bouton tournant. En tournant la vis en sens inverse d'horloge, tout le champ minimum est déplacé vers le bas. De façon correspondante le champ minimum est déplacé vers le haut par un tour dans le sens des aiguilles. La procédure est décrite dans section OPERATION, Paramètres d'opération.

Bouton tournant pour la sensibilité photographique (fig. 10.10)

Ce bouton permet un réglage potentiométrique de la sensibilité IR du système photographique. Pos. 10 sur l'échelle donne la sensibilité la plus grande ce qui produit l'orifice le plus petit.

Vis d'ajustement pour la sensibilité photographique (fig. 10.11)

La vis d'ajustement peut déplacer le champ d'échelle pour la sensibilité photographique. Quand la vis est tournée dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, l'amplification du signal de la cellule photo-électrique baisse. Le contraire se passe lorsque la vis est tournée dans le sens des aiguilles d'une montre. Le rapport entre les intensités de lumière dans les deux positions extrêmes est d'environ 1:4. La procédure est décrite plus en détail dans section OPERATION, Paramètres d'opération.

Bouton tournant pour la minuterie (fig. 10.12)

Lors de l'amincissement et du découpage électrolytique il peut être avantageux que le polissage est effectué par intervalles pré-réglés. Si - contre toute attente - un trou s'est produit dans l'échantillon, le système de cellule photo-électrique coupera le processus avant l'expiration du temps pré-réglé (sensibilité photographique 0).

Bouton poussoir pour démarra gel arrêt (fig. 10.13)

Le bouton Start/Stop est activé quand les paramètres du processus sont mis au point, de même que l'unité de polissage doit être préparée pour le processus des électrolytes, des jets, du porte-échantillons etc.. Le processus est stoppé de façon automatique, soit quand le système de détection IR enregistré un trou dans l'échantillon, soit quand le temps pré-réglé est expiré.

Le processus peut être interrompu de façon manuelle par réactivation du bouton Start/Stop. L'interruption est marquée par un signal sonore, dépendant du fait que l'interruption est initiée de façons manuelle ou automatique. Le bouton poussoir s'utilise aussi, avec l'interrupteur principal (fig. 10.1), quand l'appareil est mis dans "Adjust Mode" pour ajuster le débit d'écoulement. La procédure est écrite dans section OPERATION, Paramètres d'opération.

2.5.2. Lecture des instruments et des indicateurs

Voltmètre (fig. 10.5)

Le voltmètre est un indicateur à double échelle avec une indication maximum pour 40 V et 120 V. Le change entre les deux plages d'échelle se fait automatiquement avec sélection du champ de voltage avec le commutateur (fig. 10.3). Le voltmètre est raccordé quand le polissage est mis en marche sur le bouton poussoir Start/Stop.

Ampèremètre (fig. 10.7)

L'ampèremètre est un indicateur avec déviation max. pour 5 A. A l'aide du sélecteur (fig. 10.6), le champ d'écart peut être changé dans le rapport 1:10, de sorte qu'une déviation totale correspond à 0.5 A. Il faut toujours commencer par l'ajustement 5 A si le courant n'est pas connu d'avance dans le processus actuel.

*Diode Start/ Stop
(fig. 10.14)*

Cette diode indique si le détecteur IR, suivant la sensibilité préréglée, enregistré de la lumière infra-rouge du transmetteur. La diode peut émettre de la lumière verte ou rouge, de sorte que:

Rouge indique transmission de lumière. Il n'y a donc pas de porte-échantillons dans la cellule de polissage, ou il n'y a pas d'échantillon dans le porte-échantillons. Quand la diode émet de la lumière rouge, le polissage ne peut pas être démarré par activation du bouton démarreur.

Vert signifie qu'il n'y a pas de lumière transmise. Le rayon est donc barré par l'échantillon, pourvu que le porte-échantillons est monté de façon correcte dans la cellule de polissage. Quand la diode émet de la lumière verte, le polissage peut être mis en route.

Diode de polissage (fig. 10.15)

La diode indique avec la couleur rouge que le polissage a été démarré et avec la couleur jaune que l'appareil est dans la position "Adjust Mode".

Rouge indique qu'il y a du courant dans le circuit de polissage, un courant qui est affiché sur l'ammètre. Veuillez noter que la lecture rouge n'apparaît que peu de secondes après l'activation du bouton de démarrage. Avant le processus de polissage la pompe marche pour un court moment à pleine vitesse pour remplir le système de liquide d'électrolyte. Quand ceci est fait, la vitesse de rotation de la pompe tombe à la vitesse réglée sur le bouton "Flow rate" et le circuit de polissage est fermé.

Il convient de noter que le courant de polissage doit être affiché sur l'ammètre. Si la diode de polissage émet de la lumière rouge, pendant que l'ammètre indique 0, il n'y a pas de courant. La raison peut être, par exemple, un montage faux de l'échantillon dans le porte-échantillons, que le porte-échantillons n'est pas correctement monté dans la cellule de polissage, que les électrodes dans le porte-buses ne sont pas raccordés de façon correcte, ou qu'il y a des ruptures et des défauts dans les connexions des câbles, ou d'autres défauts dans le circuit de polissage.

*Lampe pour surcharge thermique
(fig. 10.17)*

Dans le transformateur est incorporé un thermo-fusible qui met le transformateur hors de circuit à 110°C. Le débrayage est indiqué par la lampe de surcharge thermique émettant une lumière jaune. Le fusible enclenche le transformateur quand ce dernier est de nouveau suffisamment refroidi (normalement environ 20 min.)

Fusible automatique 2 A (fig. 10.16)

Tenupol-3 est protégé contre la surcharge par un fusible automatique sur le côté primaire du transformateur. En cas de surcharge, le bouton avertisseur du fusible sort. Au bout de 15-20 secondes le fusible est suffisamment refroidi et le bouton avertisseur peut être enfoncé, après quoi l'appareil est de nouveau prêt à l'usage. Contrôler d'abord si le fusible a été déclenché par d'autres défauts que de pure surcharge, et effectuer les réparations nécessaires.

Fusible automatique 5 A (fig. 13.1)

Le circuit de polissage est assuré contre surcharge et court-circuitage au moyen d'un fusible automatique 5 A. Après déclenchement le bouton avertisseur peut être enfoncé de nouveau (au bout de 1520 secondes). Vérifier d'abord si le fusible a été déclenché par un défaut qui exige une réparation avant la mise en service.

Signal acoustique

Quand le polissage est arrêté, soit par le détecteur IR, soit par la minuterie, ceci est marqué par un corps sonore incorporé émettant un bref signal avertisseur trois fois.

2.6. Opération de l'unité de polissage

Dans le suivant il est supposé que l'instruction de la mise en place sous 5.2.1. soit suivie.

2.6.1. Séparation et assemblage du porte-échantillons

Le plus facile est de séparer les deux parties principales du porte-échantillons en les tournant un peu réciproquement. Ensuite les deux parties principales peuvent se séparer sans difficulté.

L'une des deux moitiés du porte-échantillons (fig. 7.1) renferme un diaphragme déplaçable (fig. 7.3). Ce diaphragme peut maintenant être sorti par une pression sur le dos.

En assemblant le porte-échantillons (avec échantillon), il faut procéder comme suit:

- Les deux moitiés sont assemblées (un clic se fait entendre). Le diaphragme déplaçable ne doit pas être monté.
- Placer le porte-échantillons, sans diaphragme, sur une table ainsi que la grande échancrure où le diaphragme doit être monté, tourne vers le haut. La bandelette en platine (fig. 7.4) restera ainsi visible à travers de l'échancrure.
- L'échantillon est maintenant placé au-dessus de l'aperture du diaphragme (fig. 7.6) dans la moitié inférieure (fig. 7.2).
- Par la suite le diaphragme déplaçable est pressé dans l'échancrure jusqu'à ce qu'il porte sur l'échantillon.
- Maintenant le porte-échantillons est monté dans la cellule de polissage avec la pièce de contact tournant vers le moteur de pompe. Se souvenir d'enfoncer le porte-échantillons tout à fait dans la cellule de polissage (voir fig. 9).
- Le polissage terminé, le porte-échantillons est enlevé de la cellule de polissage et plongé dans un bûcher contenant de l'eau ou un mélange eau/alcool. Maintenant le porte-échantillons peut être ouvert de sorte que l'échantillon 'tombe' dans le bûcher, ou le porte-échantillons peut être enlevé du bûcher et rincé avec un flacon laveur. Ensuite ouvrir le porte-échantillons et ôter l'échantillon à l'aide d'une pince ou similaire.

2.6.2. Montage de porte-buses

Les porte-buses sont munis d'un collerette qui s'adapte à un alésage correspondant dans la cellule de polissage. Pour monter ou sortir les porte-buses, il faut les conduire parallèlement à l'axe longitudinal de la cellule de polissage. L'on procède comme suit:

- Mettre l'un des porte-buses dans le compartiment de polissage et introduire la collerette dans l'échancrure jusqu'à ce que le porte-buse repose sur la paroi arrière du compartiment.
- Monter l'autre porte-buses de la même manière à l'autre côté du compartiment. Les échancrures au sommet des porte-buses laissent la place nécessaire pour les doigts (6.1).
- Connecter les deux fiches-banane dans les douilles correspondantes des porte-buses, une fiche dans chaque porte-buse (5.1)
- Placer le capotage sur la cellule de polissage (voir fig. 12).

2.6.3. Remplissage et vidange de l'électrolyte

Le volume correspondant à 1 litre est marqué à l'intérieur du réservoir d'électrolyte. Le réservoir doit contenir au minimum 0.7 litre, mais il est recommandé d'employer 1 litre.

S'il y a trop peu de liquide, la pompe peut aspirer de l'air dans le courant de liquide et en conséquence troubler le polissage. D'autre part, il n'est pas avantageux d'employer plus d'un litre de liquide.

Procédé, remplissage

- Préparer 1 litre d' électrolyte conformément aux règles prescrites pour l'électrolyte.
- Placer la plaque de fondation avec le moteur, le serpentin de refroidissement etc. sur celui des réservoirs d'électrolyte qui ne doit pas être employé.
- Verser l'électrolyte préparé dans l'autre réservoir (isolé/non-isolé) qui doit servir durant les processus de polissage.
- Remettre la plaque de fondation au réservoir rempli d'électrolyte.

Procédé, vidange

- Déplacer la plaque de fondation du réservoir rempli d'électrolyte au réservoir qui n'est pas employé. Ceci peut éventuellement être rempli d'eau, de sorte que le premier nettoyage à l'eau peut commencer.
- Si l'électrolyte doit être réutilisé, il est versé dans l'emballage original ou d'autre emballage résistant, dûment marqué. Durant le transvasement il faut porter des gants, employer un entonnoir, aspiration ainsi que tous les autres auxiliaires prescrits.
- Si l'électrolyte ne doit pas être réutilisé, il est versé à un récipient bien approprié à l'expédition à l'endroit de destruction. Observer les règles et les instructions locales en vigueur pour l'évacuation.
- Nettoyer l'unité de polissage en pompant de l'eau à travers de la cellule de polissage au lieu de l'électrolyte. Faire trois rinçages consécutifs en alternant de l'un réservoir à l'autre. Entre les changes, verser de l'eau fraîche dans les réservoirs.
- Après le dernier rinçage, prélever le porte-échantillons et mettre les porte-buses à sécher. Essuyer les réservoirs et l'unité de polissage avec un chiffon mouillé.

2.6.4. Refroidissement de l'électrolyte

Par deux raisons principales il est nécessaire de refroidir l'électrolyte durant l'usage:

- Dans la plupart des combinaisons matériau/électrolyte, les meilleurs résultats sont obtenus avec un électrolyte refroidi (voir section OPERATION, Electrolytes).
- L'autre raison est la sécurité: à l'égard du danger d'inflammation, l'évaporation d'alcool etc., il est nécessaire de refroidir l'électrolyte à une température au-dessous de son point d'inflammation.

Tenupol-3 offre la possibilité de refroidir l'électrolyte soit d'utiliser le serpentín de refroidissement, soit de plonger le réservoir non-isolé dans un bain de glace.

2.7. Paramètres d'opération

2.7.1. Adjust Mode

Pour le réglage de base du débit (flow rate) il faut mettre l'appareil en "Adjust Mode". Dans cet état les systèmes d'interruption et le circuit de polissage ne fonctionnent pas.

Mettre l'appareil en "Adjust Mode" comme suit:

- Remplacer le porte-buse arrière avec le porte-buse muni du tuyau.
- Oter le thermomètre de la cellule de polissage.
- Placer le tuyau de vidange dans la poche du thermomètre et s'assurer que le tuyau du porte-buse descende dans le tuyau de vidange.
- Placer un porte-échantillons, avec un échantillon, dans la cellule de polissage.
- Régler le débit (flow rate) au minimum (en tournant le bouton du débit dans le sens inverse des aiguilles d'une montre).
- Eteindre l'interrupteur principal.
- Activer le bouton start/stop et allumer l'interrupteur principal.
- Lâcher le bouton start/stop.
- Maintenant, le moteur fonctionne avec un faible débit et la diode de polissage est allumée en jaune. Dans d'autres cas, la diode de start/stop s'allume en rouge ou en vert.

Pour sortir de "Adjust Mode", il faut procéder de la manière suivante:

- On peut soit appuyer sur le bouton start/stop, soit éteindre l'interrupteur principal.
- Sortir le porte-échantillons de la cellule de polissage.
- Remplacer le porte-buse avec tuyau par le porte-buse avec cathode.
- Oter le tuyau de vidange et placer le thermomètre.

NB

Après utilisation, ne pas oublier de nettoyer le porte-buse avec tuyau ainsi que le tuyau de vidange avec de l'alcool.

2.7.2. Réglage de base du débit

Electrolytes différents peuvent avoir une viscosité et des propriétés d'humectation différentes. Il faut mettre le débit à zéro à chaque fois que l'on doit utiliser un autre électrolyte.

Le réglage de base se fait de la manière suivante:

- Régler l'appareil sur "Adjust Mode", voir section OPERATION, Paramètres d'opération.
NB Si le tuyau contient des bulles d'air, il faut recommencer l'opération de mise en marche de la machine.
- Mettre le débit à zéro en tournant la vis de réglage (fig. 10.9) avec un tourne-vis. Le point zéro se trouve en réglant le niveau du liquide pour qu'il apparaisse juste au passage entre le porte-buse et le tuyau.
- Maintenant, le débit est à zéro sur la colonne de liquide de 0 mm.
- Noter les mesures observées sur le bouton du débit (flow rate) pour une colonne de liquide de 0 à 200 mm, à intervalle de 20 mm (on mesure le niveau du liquide avec une règle).
NB Si on a souvent besoin de mesurer la colonne de liquide, on peut marquer le tuyau à chaque 20 mm avec une marqueur.
- Interrompre "Adjust Mode" selon 7.1.1.
NB Si à chaque fois qu'un autre électrolyte est utilisé, le processus susmentionné est employé, on peut être sûr que le débit sera toujours le même lors de la préparation.

2.7.3. Ajustement de base de la sensibilité photographique

A la livraison, la vis d'ajustage de l'amplificateur de cellule photo-électrique (fig. 10.11) est réglée de manière à interrompre le processus, avec de l'eau dans l'appareil, quand un échantillon est percé d'un orifice de 130 pm de diamètre. Le bouton de sensibilité photographique (fig. 10.10) doit en même temps être réglé sur 2,5.

Normalement aucun réglage ultérieur de l'amplificateur de cellule photo-électrique n'est nécessaire. L'amplification est réduite en tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et augmentée en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre. Une amplification moins puissante donne un orifice plus grand, et vice versa. La profondeur pouvant être atteinte est cependant limitée. Cette limite peut être atteinte en réglant la sensibilité photographique sur 10.

Si un réglage ultérieur de l'amplificateur de cellule photo-électrique est souhaité, procéder de la manière suivante:

- Choisir un matériau ou un électrolyte qui, auparavant, a déjà montré de bons résultats.
- Régler la vis d'ajustage de l'amplificateur de cellule photo-électrique en position moyenne.
- Régler la sensibilité photographique sur 1.
- Produire un échantillon.
- Mesurer l'orifice de l'échantillon (l'orifice doit se trouver proche du centre). L'orifice doit avoir un diamètre moyen d'environ 200 pm. Si cela n'est pas le cas, la sensibilité photographique est réglée jusqu'à ce que l'orifice atteigne une dimension d'env. 200 pm dans un nouvel échantillon.

- Fixer l'échantillon avec un orifice de 200 μm dia. dans le porte-échantillons.
- Placer le porte-échantillons dans l'appareil.
- Démontez les fils des supports des gicleurs.
- Tourner au maximum la vis d'ajustage de l'amplificateur de cellule photo-électrique dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- Régler la sensibilité sur 1.
- Mettre l'appareil en marche à l'aide du bouton Start/ Stop.
- Tourner la vis d'ajustage de l'amplificateur de cellule photo-électrique dans le sens de aiguilles d'une montre jusqu'à interruption du processus.

Comme contrôle ultérieur, il est possible de réaliser un polissage avec la sensibilité photographique réglée sur 10. En produisant un nouvel échantillon, l'orifice devra alors mesurer entre 60 et 100 μm de diamètre. Si cela n'est pas le cas, on peut essayer par réglage ultérieur de l'amplificateur de cellule photo-électrique. La tournoiement de la vis d'ajustage dans le sens inverse des aiguilles d'une montre permet d'obtenir un orifice plus grand alors qu'une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre permet de réaliser un orifice plus petit. S'il n'est pas possible d'obtenir un orifice plus petit c'est que la limite de ce que l'on peut obtenir a été atteinte.

2.8. Traitement préliminaire de l'échantillon

Le but du traitement préliminaire est de préparer des disques de dia. 3 mm (2.3 mm), et d'épaisseur de 0.1 à 0.5 mm. Des méthodes telles que l'usinage par étincelles ou l'alésage mécanique et le tronçonnage sont bien connues.

La préparation peut également se faire sur Tenupol-3 (7.3.1 et 7.3.2), l'échantillon original étant un disque qui a été coupé, d'épaisseur max. 1 mm, et de dia. max 21 mm. Un tel disque peut, par exemple, être coupé sur la tronçonneuse Discotom comme suit: un bloc de métal plan est fixé par serrage comme une butée à une distance de 0.4-2 mm du côté de la meule de tronçonnage. Une surface plane sur le métal à amincir plus tard, est pressée contre le bloc de butée et fixée par serrage. Par un tronçonnage normal, le métal entre la butée et la meule de tronçonnage sera séparé comme une plaque. Le bloc de butée métallique assure que la plaque soit refroidie et que la meule ne soit pas courbée. La plaque séparée est maintenant prépolie sur du papier abrasif, par exemple sur Knuth-Rotor. Il est recommandé de fixer la plaque à un bloc de métal plan à l'aide du ruban auto-collant. Elle est d'abord prépolie sur une face du disque en rotation, et ensuite sur l'autre; le prépolissage est terminé sur du papier grain 1000 et la plaque doit alors avoir une épaisseur d'au maximum 1 mm.

Une fois l'échantillon prêt, il est important d'éviter toute oxydation et toute salissure de l'échantillon, car cela pourrait empêcher l'échantillon d'être poli correctement dans Tenupol-3.

Si l'échantillon est arrêté par une feuille, il faut alors procéder à un prépolissage fin sur ses deux faces afin de faire disparaître complètement toute salissure avant la préparation dans Tenupol-3.

2.9. Amincissement, en général

Verser environ 1 litre de l'électrolyte approprié au métal en question dans la cuve d'électrolyte. Régler la température. Placer les buses dans la cellule de polissage. D'habitude les buses 1 mm sont utilisées pour les échantillons 3 mm (2.3 mm), et les buses 2.5 mm sont utilisées pour le porte-échantillons 10 mm, mais les buses 2.5 mm peuvent aussi être utilisées pour échantillons 3 mm (2.3 mm) si un électrolyte quasi-stagnant est utilisé.

L'échantillon est placé dans le porte-échantillons de façon à être en contact avec la platine. Fermer le porte-échantillons et le glisser dans la cellule. Connecter la source de voltage et la mettre sur la valeur choisie pour le polissage. La vitesse de pompe est également mise sur la valeur choisie, 1-4: lente, 4-6: moyenne, 6-10: rapide. Le commutateur principal (start/stop) est activé et la lampe d'illumination s'allume. Maintenant la pompe se met en marche.

Au bout de 3 secondes, les compartiments de polissage sont remplis et quand la vitesse de la pompe baisse, le circuit de polissage est automatiquement fermé. Il est maintenant possible de réajuster le courant, le voltage et la vitesse de la pompe. Si l'opérateur est en doute du débit d'électrolyte en passage dans la cellule, il peut soulever un peu le bord frontal de la plaque de support et observer le débit. Le moment propice d'arrêter le processus dépend du processus en cours: l'amincissement préliminaire, le découpage électrolytique ou l'amincissement final. Le processus se termine, soit par la cellule photo-électrique au moment de la perforation, après l'arrêt de la minuterie (NB pour obtenir un orifice le plus petit possible, il ne faut pas utiliser la minuterie), soit si l'opérateur arrête le moteur et le courant de polissage sur le commutateur start/stop. Pour obtenir l'orifice le plus petit possible, il faudra toujours tourner la vis d'ajustage au maximum, dans le sens des aiguilles d'une montre, et régler le bouton de sensibilité photographique à 10 sur l'échelle. Le porte-échantillon est tout de suite hissé et ouvert dans un bain de rinçage, par quel fait l'échantillon en sort en tombant. Si l'on n'a pas besoin de faire un autre polissage immédiatement, il est recommandé de couper l'alimentation du réseau électrique.

2.9.1. Amincissement préliminaire

La plaque tronçonnée et éventuellement prépolie au préalable peut être amincie de façon préliminaire au moyen du porte-échantillons qui assure une surface bilatérale de dia. 10 mm (TETMA). Pour pouvoir s'adapter dans le porte-échantillons, la plaque ne doit pas être plus de 1 mm épaisse et le diamètre ne doit pas dépasser 21 mm. Les buses 2.5 mm sont utilisées (équipement supplémentaire: TETET). Le polissage ne doit pas être continué jusqu'à la perforation. Dans la plupart des cas 5 minutes suffiront. Après l'amincissement préliminaire l'épaisseur doit être de 0.1 à 0.5 mm. La durée est réglée à l'aide de la minuterie.

2.9.2. Découpage électrolytique

Quand équipé de buses 2.5 mm, Tenupol-3 peut être utilisé au découpage électrolytique des échantillons de 3 mm (2.3 mm) dans le porte-échantillons 10 mm. L'échantillon plus grand qui devrait avoir une épaisseur de 0.1-0.5 mm, est d'abord dégraissé à l'alcool. L'un côté de l'échantillon est entièrement couvert d'un ruban auto-collant spécial, résistant à l'acide. Sur l'autre côté se trouvent 1-4 disques de ruban auto-collant de dia. 3 mm (2.3 mm) dans un cercle de 10 mm. Le ruban auto-collant est disponible comme une trousse (équipement supplémentaire: TENKI). Le ruban doit être pressé doucement contre le métal. L'échantillon est maintenant mis dans le porte-échantillons en laissant une surface libre qui peut être enlevée par polissage, autour des petites rondelles de ruban auto-collant. Quand le porte-échantillons a été installé dans la cellule, sortir la fiche banane pour couper le courant à la cathode sur le côté où l'échantillon est entièrement couvert. Ensuite l'échantillon est poli comme d'habitude jusqu'à ce que la surface exposée ait disparue. Les échantillons métalliques de 3 mm (2.3 mm) seront maintenant présents sous les rondelles de ruban auto-collant. Maintenant ces échantillons sont détachés, lavés et prêts à l'amincissement final.

Les porte-buses livrés comme standard ont des buses avec un ajourage de 1 mm. A l'amincissement préalable et au découpage avec le porte-échantillons dia. 10 mm il faut cependant utiliser des buses d'un ajourage de 2.5 mm. En utilisant des électrolytes de haute viscosité, il peut devenir nécessaire d'employer les buses 2.5 mm (TETET) aussi avec les porte-échantillons 2.3 et 3 mm. L'utilisateur peut facilement changer entre les porte-buses 1 mm et 2.5 mm.

2.9.3. Amincissement final

En général cette étape se compose de polissage d'échantillons de dia. 3 mm (2.3 mm) avec les buses 1 mm. Le polissage est continué jusqu'à ce qu'un petit trou apparaisse et sera suspendu dès que la lumière IR perce l'échantillon.

L'on peut changer la taille du trou en variant la sensibilité photographique. La position 10 implique la sensibilité maximum et en conséquence un trou petit apparaît tout de suite. Le processus peut être terminé automatiquement à l'aide de la cellule photographique montée sur la cellule de polissage. Couper le courant et activer le trembleur.

Dès le polissage fini, sortir le porte-échantillons et l'ouvrir dans un petit bain de l'éthane ou de l'eau distillée, près de la cellule. De ce bain l'échantillon est transporté à un bain d'éthane à l'aide d'une paire de pinces. Par la suite l'échantillon est mis à sécher sur un morceau de papier filtrant pendant quelques secondes, après quoi il est prêt à l'examen ou au stockage. Des échantillons amincis peuvent être gardés sous vide dans un dessiccateur avec du gel de silice. Dans la plupart des cas ils peuvent également être gardés dans de la glycérine qui les protégera contre les influences atmosphériques.

2.10. Exemples d'amincissement

2.10.1. Amincissement dans le porte-échantillons 10 mm

Matière	Electrolyte	Température	Vitesse d'écoulement mm	A	V	Durée approximative en min pour ôter 0,1 mm
Laiton	D-2	15	140	0,4	10	6
Acier inoxydable	A-8	15	20	0,2	40	10

2.10.2. Amincissement dans le porte-échantillons 3 mm

Matière	Electrolyte	Température	Vitesse d'écoulement mm	A	V	Durée approximative en sec pour ôter 0,1 mm
Laiton	D-2	15	120	0,06	4	140
Acier inoxydable	A-8	13	20	0,07	40	130

NB Un débit (flow rate) entre 20 et 200 mm sur la colonne de liquide est recommandé pour tous les matériaux.

2.11. Electrolytes

2.11.1. Electrolytes et leurs applications

- A-8 Fer, acier inoxydable, nickel, cobalt, zirconium.
Electrolyte universel.
- D-2 Cuivre, alliages de cuivre, laiton.

2.11.2. Détérioration d'électrolytes

Les deux composants sont normalement livrés séparément pour qu'ils puissent être mélangés immédiatement avant l'usage. A l'état mélangé les électrolytes ont une longévité de six mois, ou peut-être un peu plus. Toutefois, il convient de noter que l'application de l'électrolyte est la cause la plus importante de détérioration. Les électrolytes doivent être échangés quand ils contiennent une quantité excessive de ions métalliques.

2.12. Vices de polissage

2.12.1. Champs problématiques

Si le polissage électrolytique n'a pas assuré une qualité suffisamment élevée, il sera nécessaire de changer les conditions de polissage. Il y a cinq paramètres importants:

- le type d'électrolyte
- le débit de l'électrolyte
- la température
- les conditions électriques et
- les conditions géométriques.

Dans le Tenupol-3 les conditions géométriques sont fixes et ne peuvent être modifiées qu'en remplaçant ou en changeant certains composants.

Quant aux autres paramètres, les indications suivantes s'appliquent:

- La composition chimique de l'électrolyte est extrêmement importante pour la qualité du polissage. Un électrolyte inadéquat va résulter à un polissage moins bon, une surface oxydée ou attaquée, formation d'alvéoles ou du polissage uni-latéral, ce qui veut dire que seulement l'une face de l'échantillon est poli, l'autre restant noire et oxydée. Il n'est pas du tout vrai qu'un certain électrolyte qui peut polir une certaine matière dans un autre appareil (par exemple Polectrol) sera approprié à l'amincissement de cette matière dans Tenupol-3. L'électrolyte A-2, par exemple, ne se prête pas à être utilisé avec Tenupol-3. La littérature cite de nombreux exemples des électrolytes qui sont indiqués à l'amincissement. (Voir I.S. Brammer et M.A.P. Dewey: Specimen Preparation for Electron Metallography. Blackwell Scientific Publication, Oxford 1966).
- Le débit d'écoulement détermine tout d'abord si une couche anodique visqueuse peut être maintenue durant le polissage. Le polissage par jets a une tendance à ôter la couche. Le choix correct du débit dépend de la matière à polir et de l'électrolyte. Le débit le plus approprié est très différent d'un cas à un autre, et il n'est pas possible de d'indiquer des règles en général.
- Dans certains cas une température plus basse donnera des meilleurs résultats. Une température plus basse fait que le polissage se fait plus lentement et diminue l'attaque et l'oxydation.
- Il va sans dire que les conditions électriques déterminent si l'on a obtenu du polissage ou non. Les conditions correctes ne sont présentes que dans une certaine gamme de densités de courant. En opposant une courbe de courant à une courbe de voltage, l'on voit que les conditions optimales du polissage se trouvent là où le courant est à peu près constant dans une gamme de voltages. En outre, certains utilisateurs ont trouvé que le résultat du polissage devient meilleur sur certaines matières si, au bout du processus, le courant est appliqué comme une série de chocs.

Dans le polissage avec Tenupol-3 les vices de polissage peuvent se diviser dans les catégories suivantes:

1. Polissage défectueux, c-à-d. fausses conditions de polissage, de sorte qu'il n'y ait pas un fini spéculaire sur l'une ou sur les deux faces de l'échantillon. Des formations d'alvéoles peuvent être présentes.
2. Le polissage a lieu, mais il n'y a pas de surface mince au bord du trou.

Ad. 1:

Essayer de changer les conditions électriques. Il se peut que le voltage ait été trop bas pour atteindre la gamme de polissage. Des formations d'alvéoles peuvent se produire si le courant a été trop élevé. Une diminution de la température peut faire que le polissage est moins sensible aux changes du voltage. En conséquence, la vitesse d'écoulement doit être changée. Une vitesse d'écoulement trop élevée peut risquer de casser la couche de polissage ce qui peut causer que l'une des faces de l'échantillon n'est pas polie. Une vitesse d'écoulement plus lente peut permettre la formation de la couche de polissage.

S'il n'y a pas de solution au problème, il peut être conclu que la matière intéressée ne peut pas être polie par cet électrolyte et il faut essayer un autre.

Ad. 2:

Le trou peut être devenu trop grand de sorte que la feuille mince formée a disparue. Tout à fait comme le polissage électrolytique attaque les têtes des aspérités de la surface, il attaquera le bord du trou comme une aspérité. Notamment quand l'effet du jet est fort, il est très important d'arrêter le processus pendant que le trou est petit.

Un réglage du débit peut être avantageux. Un jet vif peut risquer d'attaquer une surface trop petite. Une autre densité de courant électrique doit être essayée.

Essayer de faire accroître la sensibilité photographique en tournant le bouton (fig. 10.10) dans le sens des aiguilles.

Parfois une température plus basse donnera un profil plus net autour du trou, peut-être au cause du change de viscosité.

Si rien n'y fait, il est probable que l'électrolyte ne se prête pas à l'amin-cissement de la matière en question, bien qu'il puisse le polir par voie électrolytique. Essayer un autre électrolyte.

3. Accessoires

Spécification	Code
<i>Porte-échantillons</i> Pour échantillons de 3 mm de diamètre	TETTRI
Pour échantillons de 2,3 mm de diamètre	TETTO
Pour pré-amincissement, ouverture de diaphragme de 10 mm	TETMA
<i>Porte-jets</i> 1 mm de diamètre (pour TETTRI et TETTO)	TETOR
2,5 mm de dia. (pour TETMA)	TETET
<i>Trousse ruban adhésif</i> Pour le découpage électrolytique d'échantillons de 3 mm	TENKI

4. Maintenance

Toutes les réparations qui s'imposeraient durant la période de garantie doivent être effectuées uniquement par Struers ou par un revendeur Struers compétent.

La période de garantie expirée, il est également recommandé de laisser des réparations éventuelles aux soins de Struers ou des revendeurs Struers, ou d'autres personnes compétentes et entraînées.

4.1. L'unité de polissage

Les restes de l'électrolyte utilisé précédemment peuvent être désastreux au polissage subséquent. Il se rapporte donc de nettoyer la cellule de polissage et la pompe avec soin avant d'y verser de l'électrolyte frais. L'on procède comme suit:

Remplir la cuve d'électrolyte avec l'eau qui est ensuite pompée à travers le système comme d'habitude. Après ce rinçage la pompe et la cellule de polissage doivent dégoutter pour que l'électrolyte ne soit pas dilué. Si le cuivre ou les alliages de cuivre ont été amincis, il se peut que des restes de cuivre se soient déposés sur les cathodes. Ceci peut être enlevé avec quelques gouttelettes de l'acide nitrique avant le rinçage.

L'appareil Tenupol-3 ne doit pas être laissé inopérant avec l'électrolyte durant un temps inutilement long, car les pièces immergées peuvent risquer d'être attaquées un peu.

Surtout l'électrolyte A-8 peut réduire la longévité des pièces métalliques.

Ne jamais tourner l'appareil le fond en l'air, notamment quand il y a de l'électrolyte dans la pompe, car ceci peut suinter de la pompe jusqu'au moteur et causer collage de l'arbre. Prendre soin que le logement du moteur n'enter pas en contact de l'électrolyte. L'appareil peut être nettoyé à l'extérieur avec un drap mouillé d'eau ou d'un mélange eau/alcool.

4.2. L'unité de contrôle

Eviter de répandre de l'électrolyte sur l'enveloppe de l'unité de contrôle ou sur la plaque frontale. Nettoyer la plaque frontale avec un chiffon humide après l'usage.

5. Indication d'erreur

Electrolyte

Contrôler l'âge de l'électrolyte mélangé. Le mélange ne doit pas avoir plus de 3 mois.

Contrôler le nombre de polissages faits avec l'électrolyte. L'électrolyte peut devenir épuisé par trop de polissages.

Contrôler que la correcte combinaison de matière et électrolyte soit employée.

Vérifier que l'électrolyte est suffisamment refroidi durant l'opération.

Circuit de polissage

Vérifier que toutes les fiches sont dûment connectés.

Contrôler que la pièce de commutateur du porte-échantillons inoxydable (fig. 7.5) soit intacte et connectée à la bandelette de platine (fig. 7.4).

Contrôler que le porte-échantillons soit connecté au commutateur à ressort (fig. 4.4) du compartiment de polissage, quant monté dans le compartiment.

Contrôler le voltage du commutateur à ressort et les fiches banane du porte-buses (ou le filament de platine dans les buses).

6. Données techniques

<i>Unité de commande</i>	<p>Voltage d'alimentation électrique: 110/220 V (mono-phase), 50-60 Hz.</p> <p>Consommation de courant: 2 N220-240 V, 4 A/1 10-120 V</p> <p>Rendement maximum: 5-40 Volt/5 A, 15-120 Volt/1 .6 A</p> <p>Dimensions: Largeur: 360 mm Profondeur: 290 mm Hauteur: 180 mm</p> <p>Poids: 10.7 kg</p>
<i>Unité de polissage</i>	<p>Dimensions de l'échantillon: dia. 12-21 mm, épaisseur max. 1 mm (avec TETMA) dia. 3 mm, épaisseur max. 0.5 mm dia. 2.3 mm, épaisseur 0.5 mm (avec TETTO)</p>
<i>Dimensions</i>	<p>Largeur: 270 mm Profondeur: 180 mm Hauteur: 276 mm</p> <p>Poids: 3,8 kg</p>
<i>Standard de sécurité</i>	<p>IEC 204 / EN 60204-1 (VDE 0113)</p>

Spare Parts and Diagrams

1. Spare Parts

Spare Parts

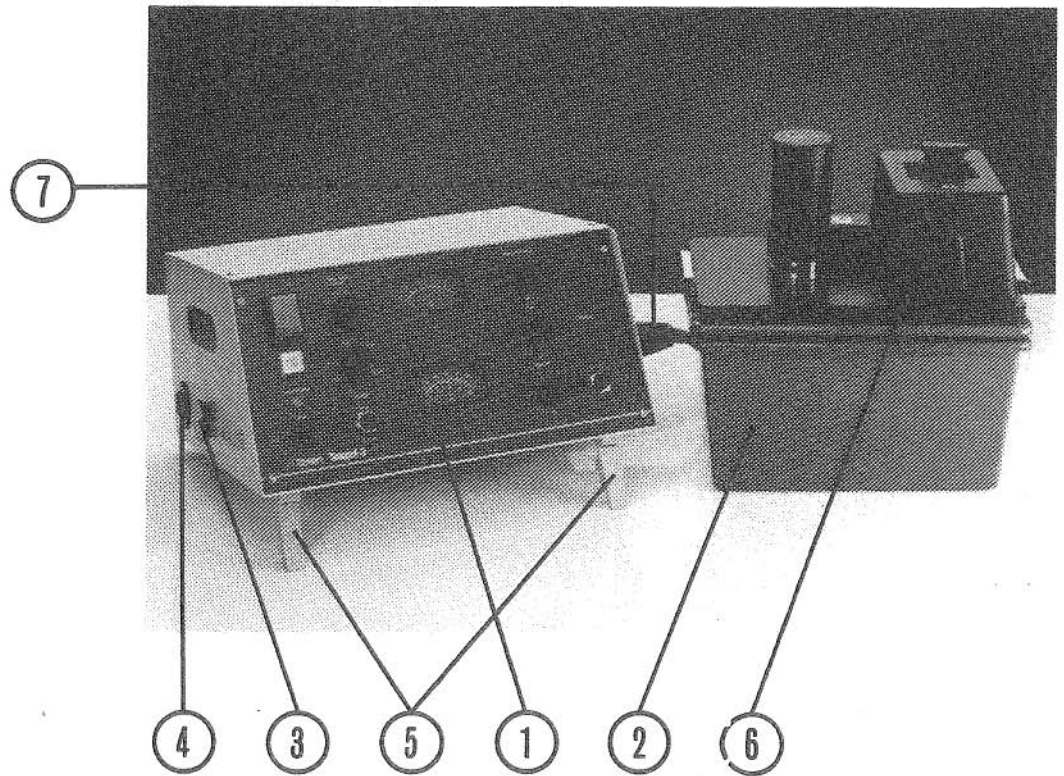
	Table of Contents	Drawing
<i>Fig. 1</i>	1.1 Tenupol, complete	
<i>Fig. 2</i>	1.2 Polishing unit, complete	14080045A
<i>Fig. 3</i>	1.3 Pump	14080111C
<i>Fig. 4</i>	1.4 Polishing cell	14080070B
<i>Fig. 5</i>	1.5 Connection of the jets	
<i>Fig. 6</i>	1.6 Placing the jets	
<i>Fig. 7</i>	1.7 Specimen holder	
<i>Fig. 8</i>	1.8 Specimen holder, seen from the side	
<i>Fig. 9</i>	1.9 Placing the specimen holder	
<i>Fig. 10</i>	1.10 Front plate, controls	
<i>Fig. 11</i>	1.11 Placing the polishing unit	
<i>Fig. 12</i>	1.12 Placing the polishing cell cover	
<i>Fig. 13</i>	1.13 Cabinet	14310070
<i>Fig. 14</i>	1.14 Front plate, control board	14310008C

The drawings are not to scale. Some of the drawings may contain position numbers not used in connection with this manual.

Drawing

Fig. 1

Pos.	Description	Spare Part No.
1.1 Tenupol, complete		
2	Reservoir, uninsulated	14080125
2	Reservoir, insulated	408 MP 001
	Lid for reservoir	408 MP 019
6	Polishing cell cover	408 MP 002
	Cabinet, base	431 MP 001
	Cabinet, upper plate	431 MP 002
7	Cable with connector, 13 poles male	408 MP 051



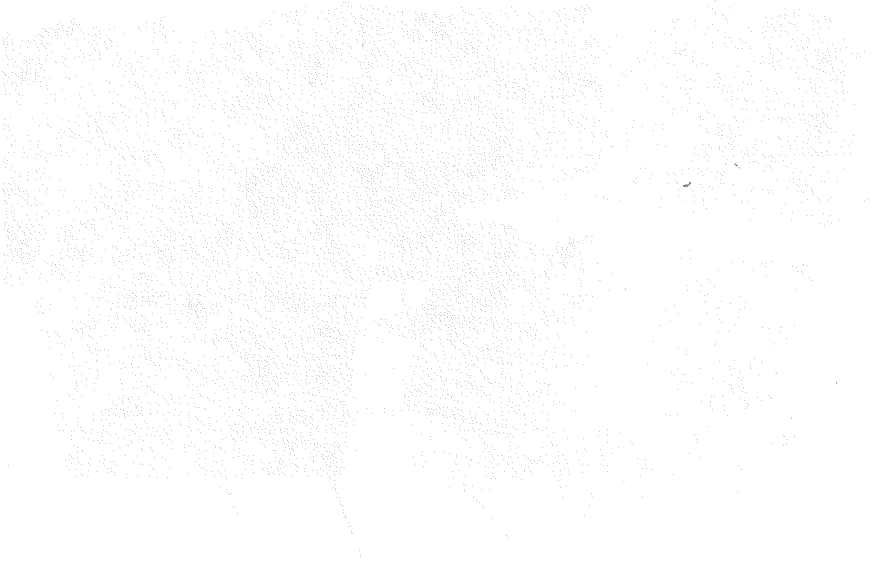
Drawing

Fig. 2
Drawing 14080045A

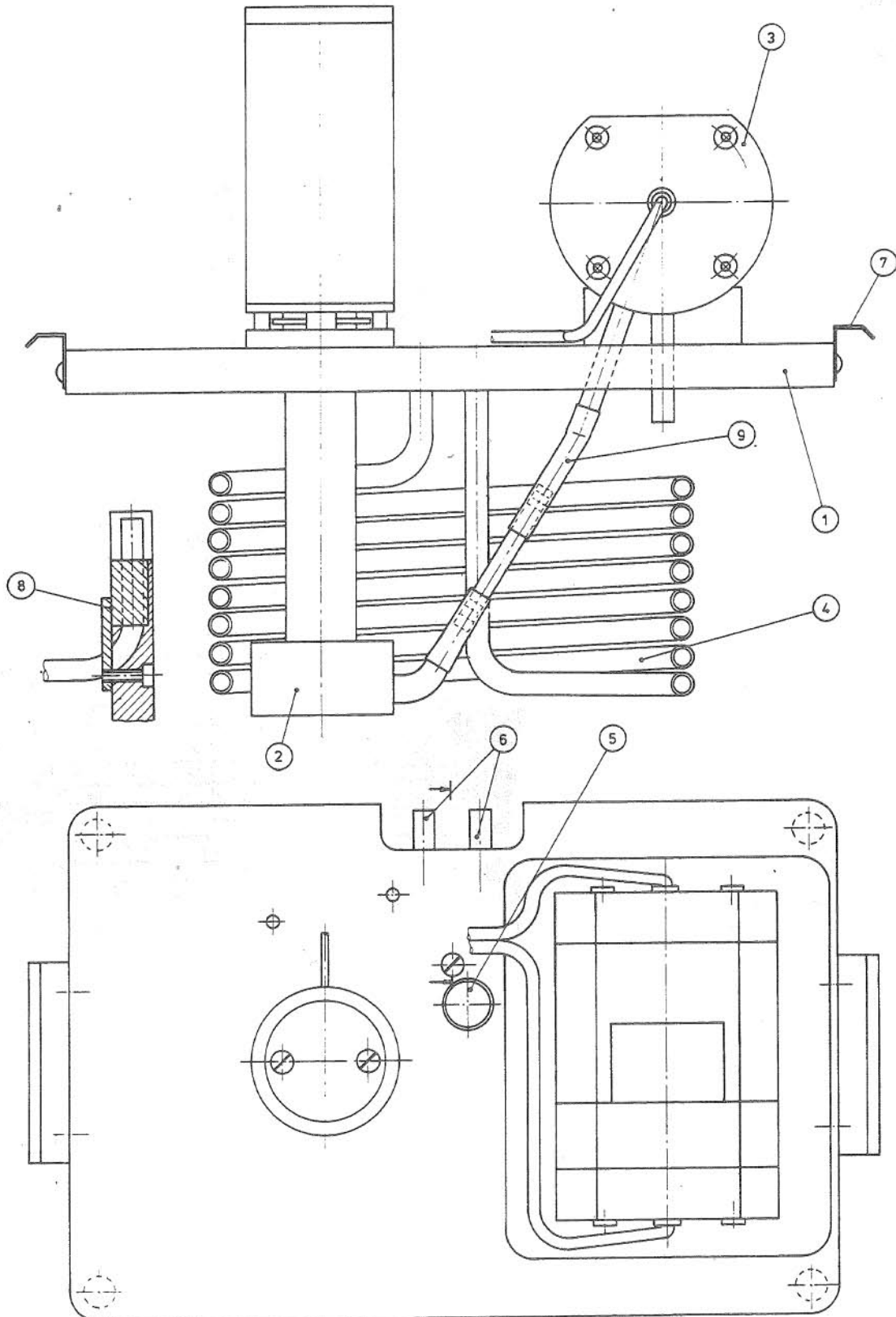
Pos. Description Spare Part No.

1.2 Polishing unit, complete

	Polishing Unit, without accessories	14080001
1	Mounting plate	408 MP 006
4	Cooling coil	408 MP 008
7	Handle, 1 pc.	408 MP 005
8	Cooling coil fixture	408 MP 007
9	Y-tube	408 MP 009
	Vinyl tubes, Portex H18	408 MP 026
	ø8 x 2 x 30 mm, 1 pc.	
	ø8 x 2 x 50 mm, 2 pcs.	



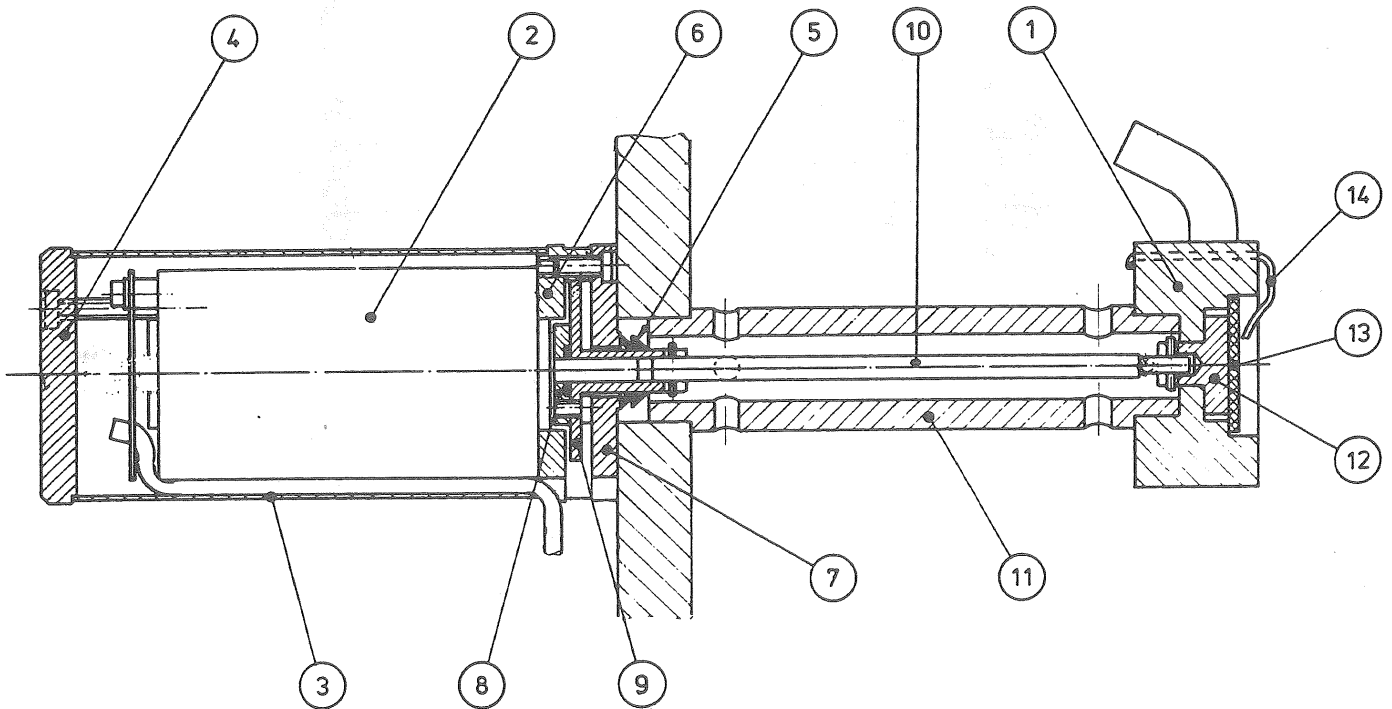
(Fig. 2, Polishing unit, complete, Drawing 14080045A)



Drawing

Fig. 3
 Drawing 14080111C

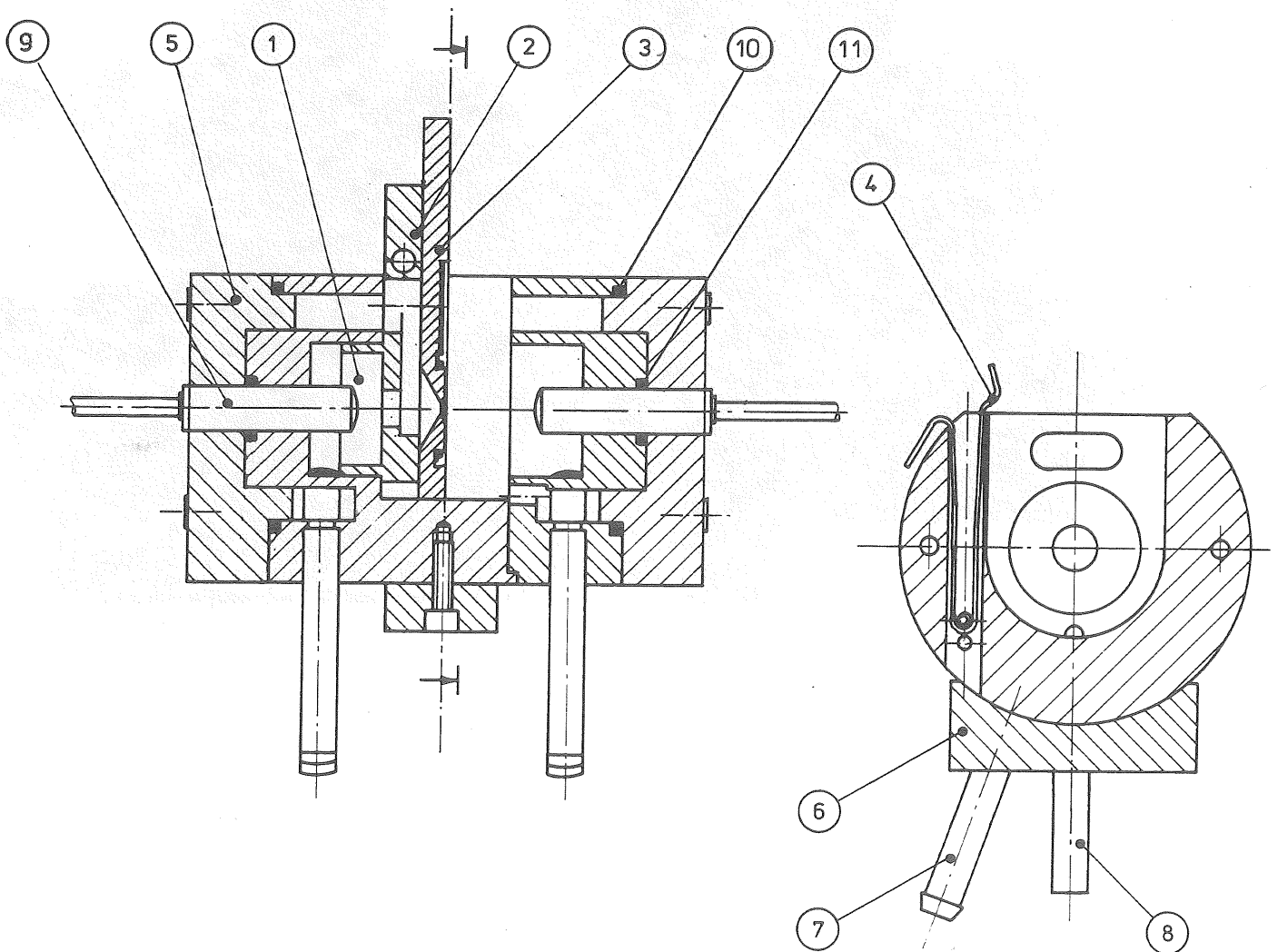
Pos.	Description	Spare Part No.
1.3 Pump		
1	Pump casing w/outlet tube, glued	408 MP 017
2	Motor	392 MP 042
3	Motor screen	392 MP 049
4	Motor screen lid	392 MP 050
5	V-ring for pump motor, VS 008, 1 pc.	2IV00008
6	Motor flange	392 MP 044
7	Gasket flange	392 MP 047
8	Clamp flange and O-ring, 5.3 x 2.4	392 MP 045
9	Sling disc	392 MP 046
10	Pump axle, mounted	392 MP 048
11	Axle house	392 MP 035
12	Vane wheel + vane roller, 3 pcs.	392 MP 039
13	Glass disc	392 MP 037
14	Glass disc spring	392 MP 038



Drawing

Fig. 4
 Drawing 14080070B

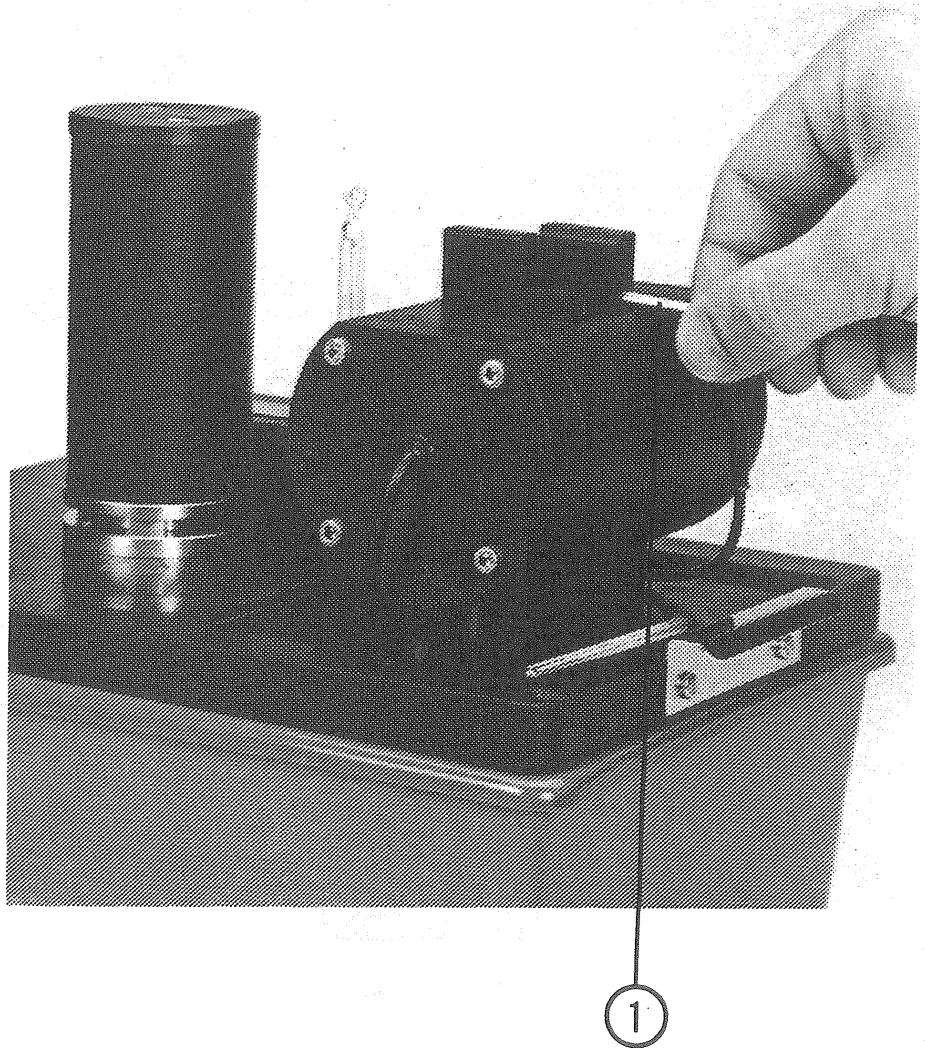
Pos.	Description	Spare Part No.
1.4	Polishing cell	
	Polishing cell, complete	408 MP 010
4	Connecting spring, with cable	408 MP 014
6	Foot for polishing cell	408 MP 011
7	Inlet tubes, 2 pcs.	408 MP 012
8	Outlet tubes, 2 pcs.	408 MP 013
9	IR-transmitter CT 10 G-2	408 MP 020
9	IR-receiver CR 10 G-2	408 MP 021
10/11	Set of sealings (VITON)	408 MP 027
	O-ring for transm./receiv., 9.3x2.4 mm	
	O-ring for end cover, 49.5x3 mm	



Drawing

Fig. 5

Pos.	Description	Spare Part No.
1.5	Connection of the jets	
1	Angle plug w/2 m black cable	408 MP 015
	Angle plug spring	408 MP 016



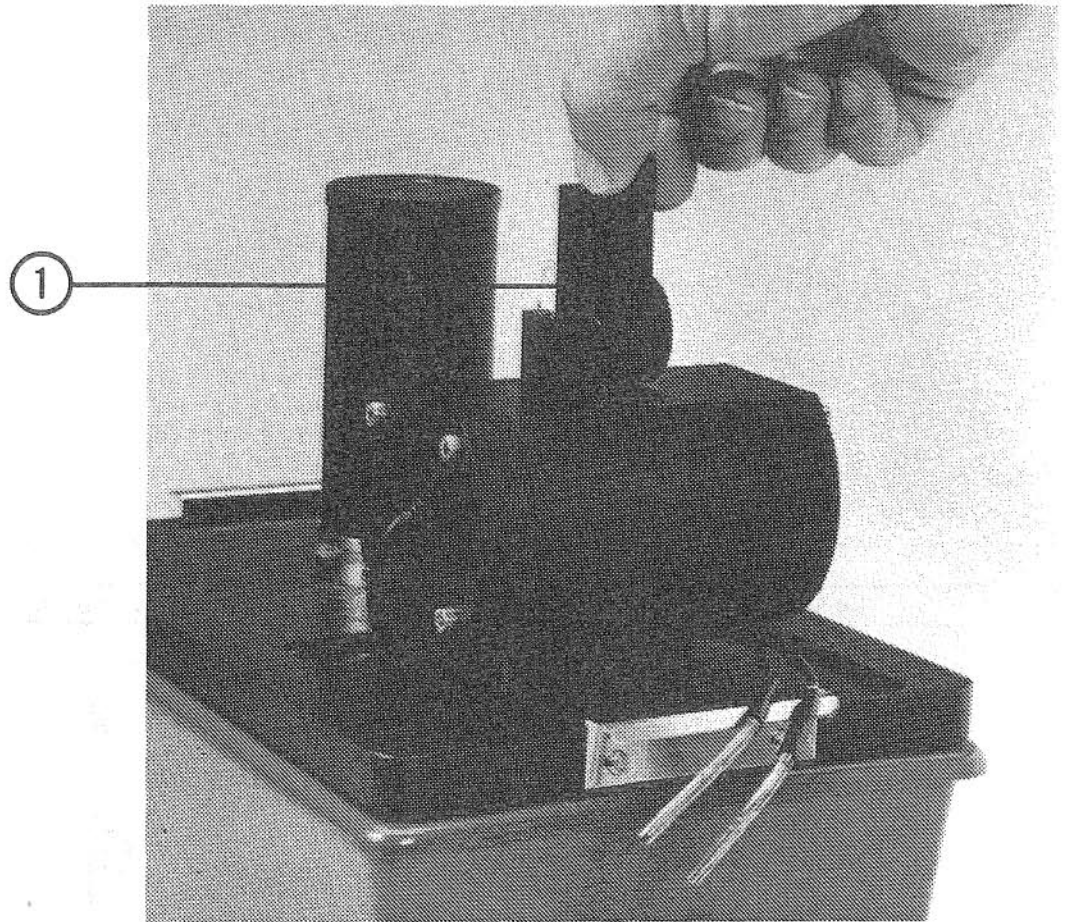
Drawing

Pos. Description

Spare Part No.

Fig. 6

1.6 Placing the jets



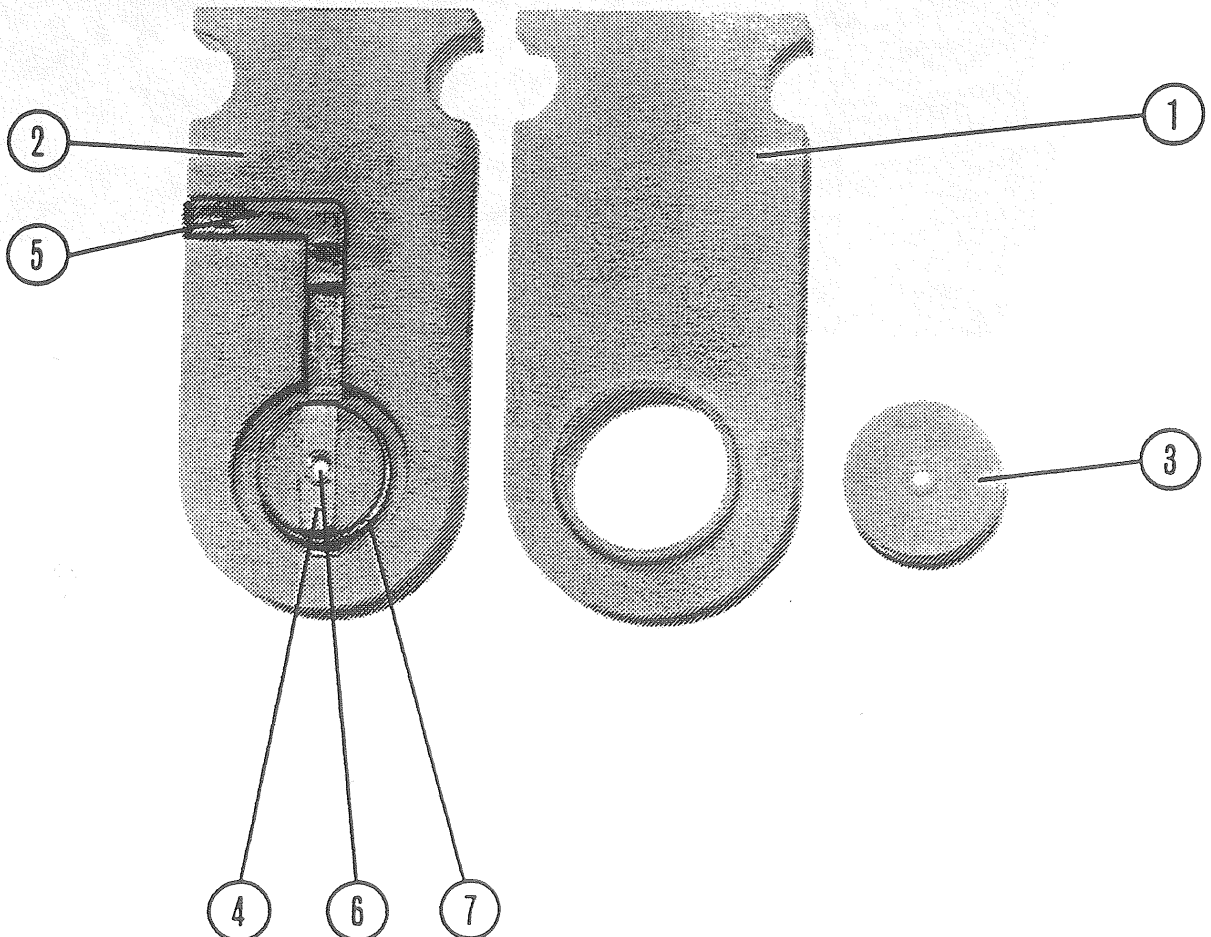
Drawing

Fig. 7

Pos.	Description	Spare Part No.
1.7	Specimen holder	
	Specimen holder, complete $\varnothing 0$	04086907
	Specimen holder, complete $\varnothing 2.3$ (TETTO)	04086902
	Specimen holder, complete $\varnothing 3$ (TETRI)	04086901
	Specimen holder, complete $\varnothing 10$ (TETMA)	04086903
1	Specimen holder plate	14080146
2	Specimen holder plate, contact side	14080145
3	Displaceable Insert, $\varnothing 0$	14080200
3	Displaceable Insert, $\varnothing 2.3$	14080170
3	Displaceable Insert, $\varnothing 3$	14080148
3	Displaceable Insert, $\varnothing 10$	14080180
*4	Platinum Contact, $\varnothing 0$, $\varnothing 3$	12550460
*4	Platinum Contact, $\varnothing 2.3$	12550461
*4	Platinum Contact, $\varnothing 10$	12550073
5	Slide Contact, A4	14080142
6	Insert, contact side, $\varnothing 0$	14080149
6	Insert, contact side, $\varnothing 2.3$	14080147
6	Insert, contact side, $\varnothing 3$	14080143
6	Insert, contact side, $\varnothing 10$	14080150
7	Spring for platinum contact	12550059

*** Please Note!**

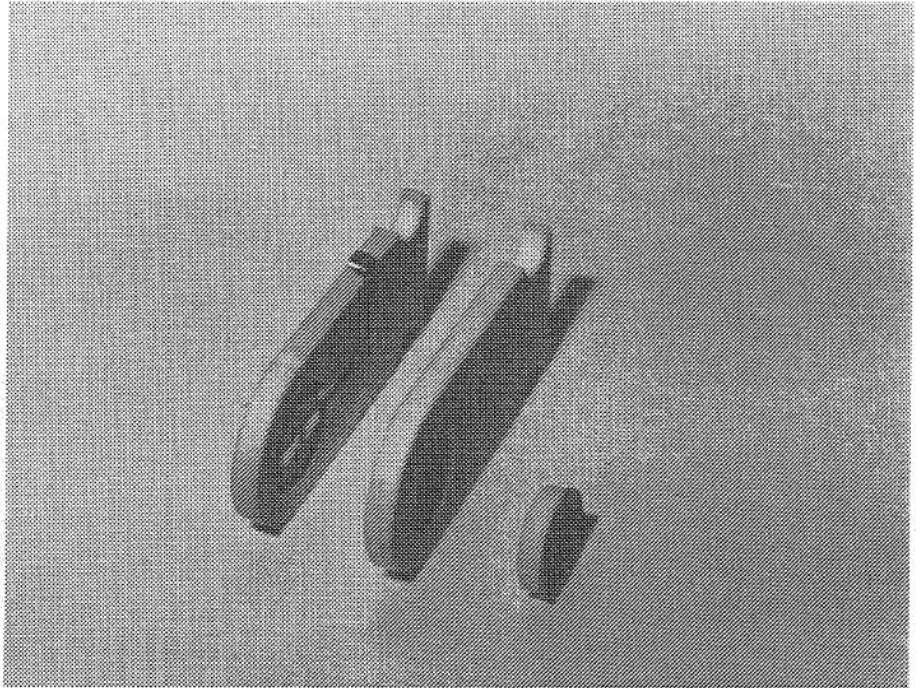
These contacts are made of pure platinum, which is a rare and valuable metal. Please recycle!



Drawing

Fig. 8

Pos.	Description	Spare Part No.
1.8	Specimen holder, seen from the side	



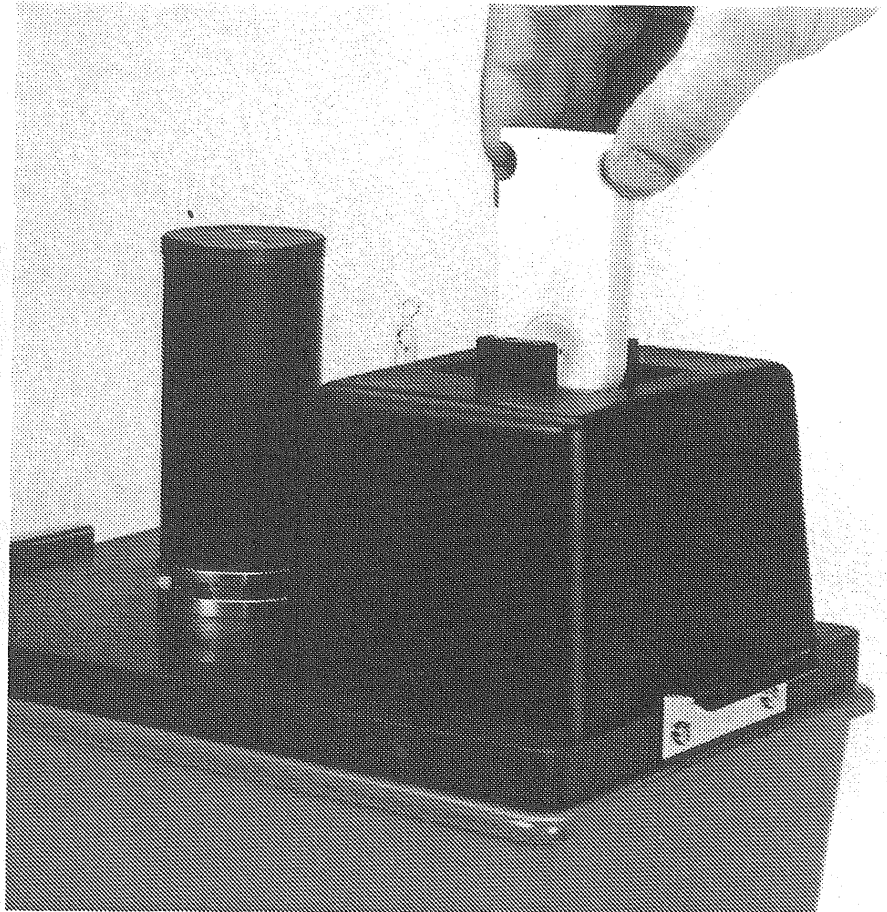
Drawing

Fig. 9

Pos. Description

Spare Part No.

1.9 Placing the specimen holder

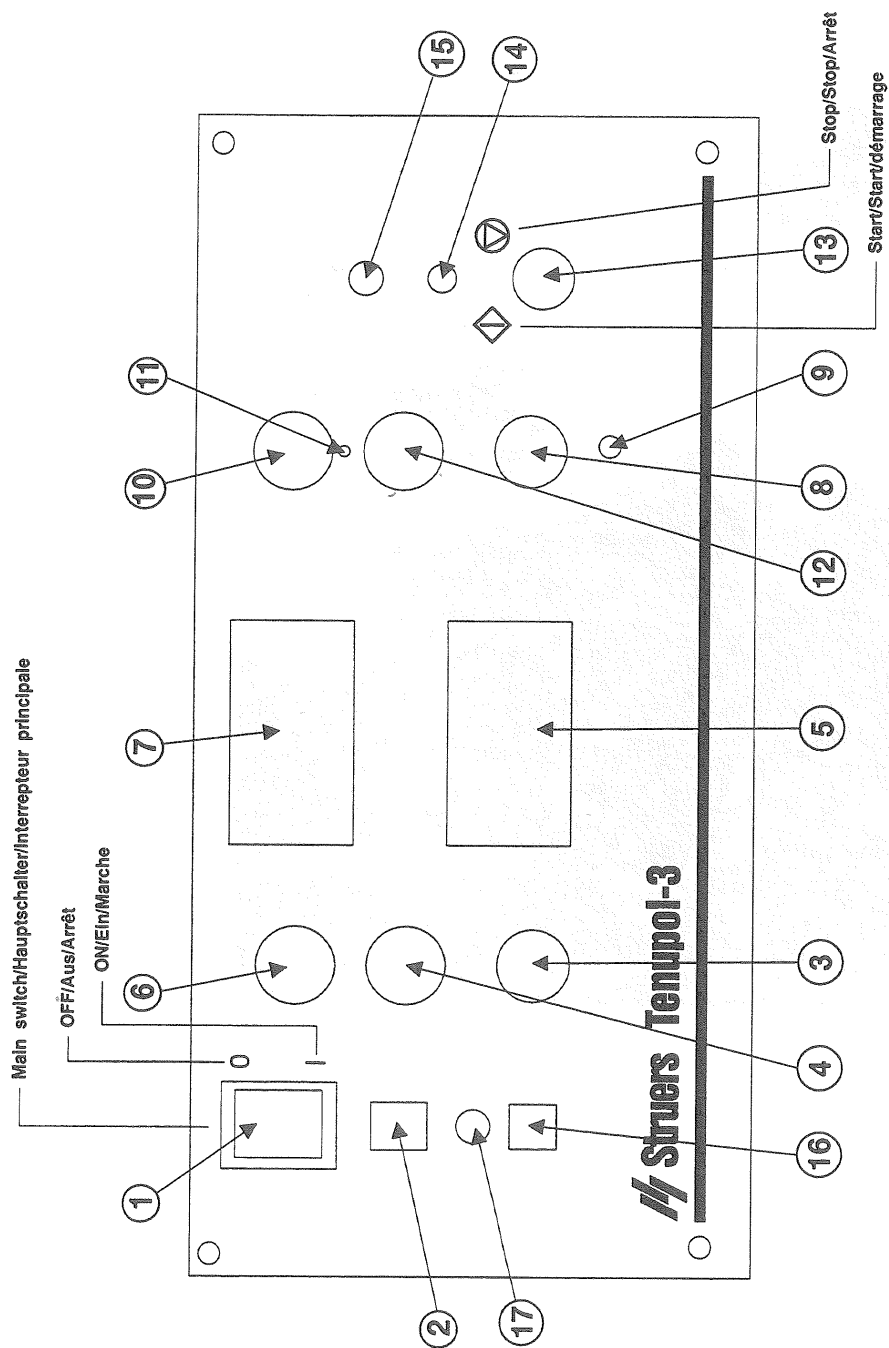


Drawing

Fig. 10

Pos.	Description	Spare Part No.
1.10 Front plate, controls		
	Front plate foil	14310055
1	Switch ZW X11/2840	404 MP 024
2	Indication light 169523013.1002, 24 V, white	431 MP 016
3	Switch APR 646/2E Rubber jacket U 851	213 MP 002
4/6/8	ELMA button 020.4425,	
10/12	ELMA wing disc 041.4025, ELMA lid 040.4025)	392 MP 005
13	Push button distance bush	431 MP 008
13	Push button cap, U 224	391 MP 006
16	Thermo fuse, 2 A	427 MP 081B
17	Indication light, 24 V, yellow	431 MP 017

(Fig. 10, Front plate, controls)



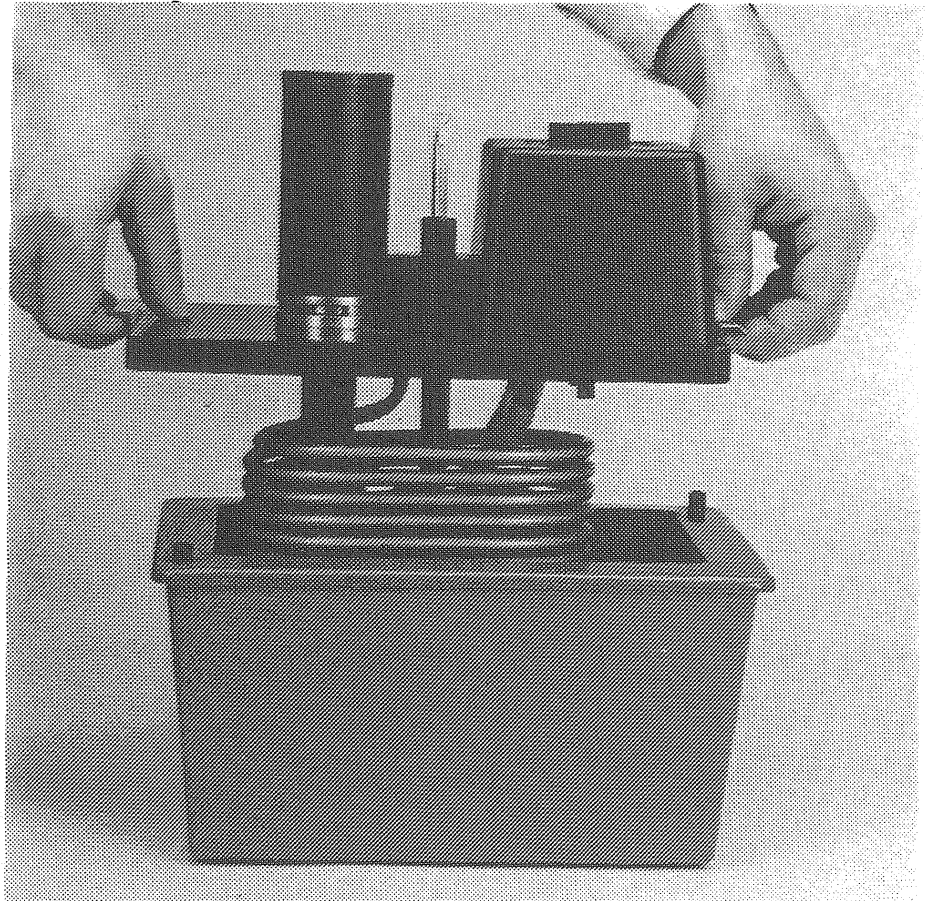
Drawing

Fig. 11

Pos. Description

Spare Part No.

1.11 Placing the polishing unit



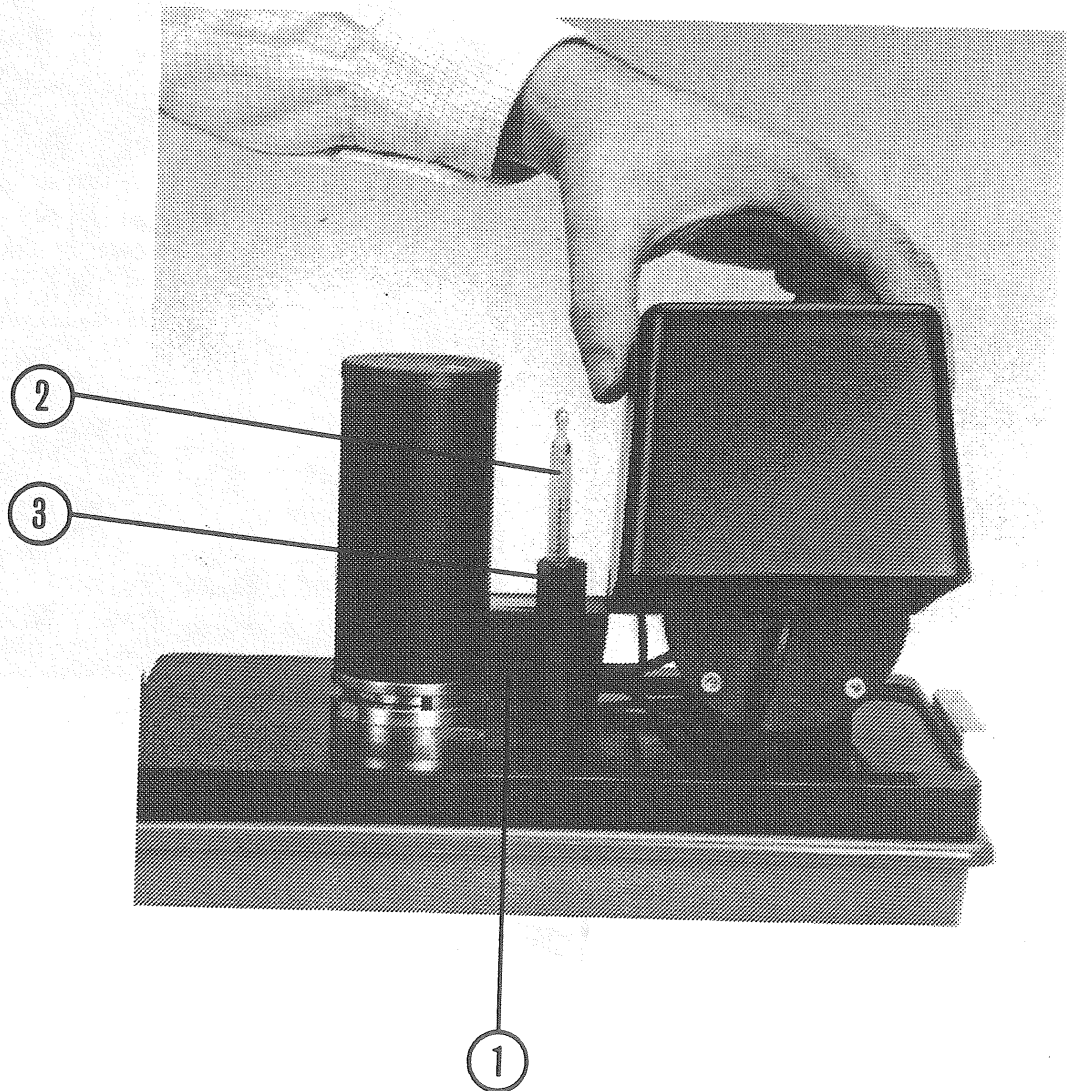
Drawing

Fig. 12

Pos. Description Spare Part No.

1.12 Placing the polishing cell cover

1	Wire cover	408 MP 003
2	Thermometer	255 MP 056
3	Thermometer pocket	408 MP 004
	Jet holder with ascending tube	408 MP 022
	Return tube	408 MP 023

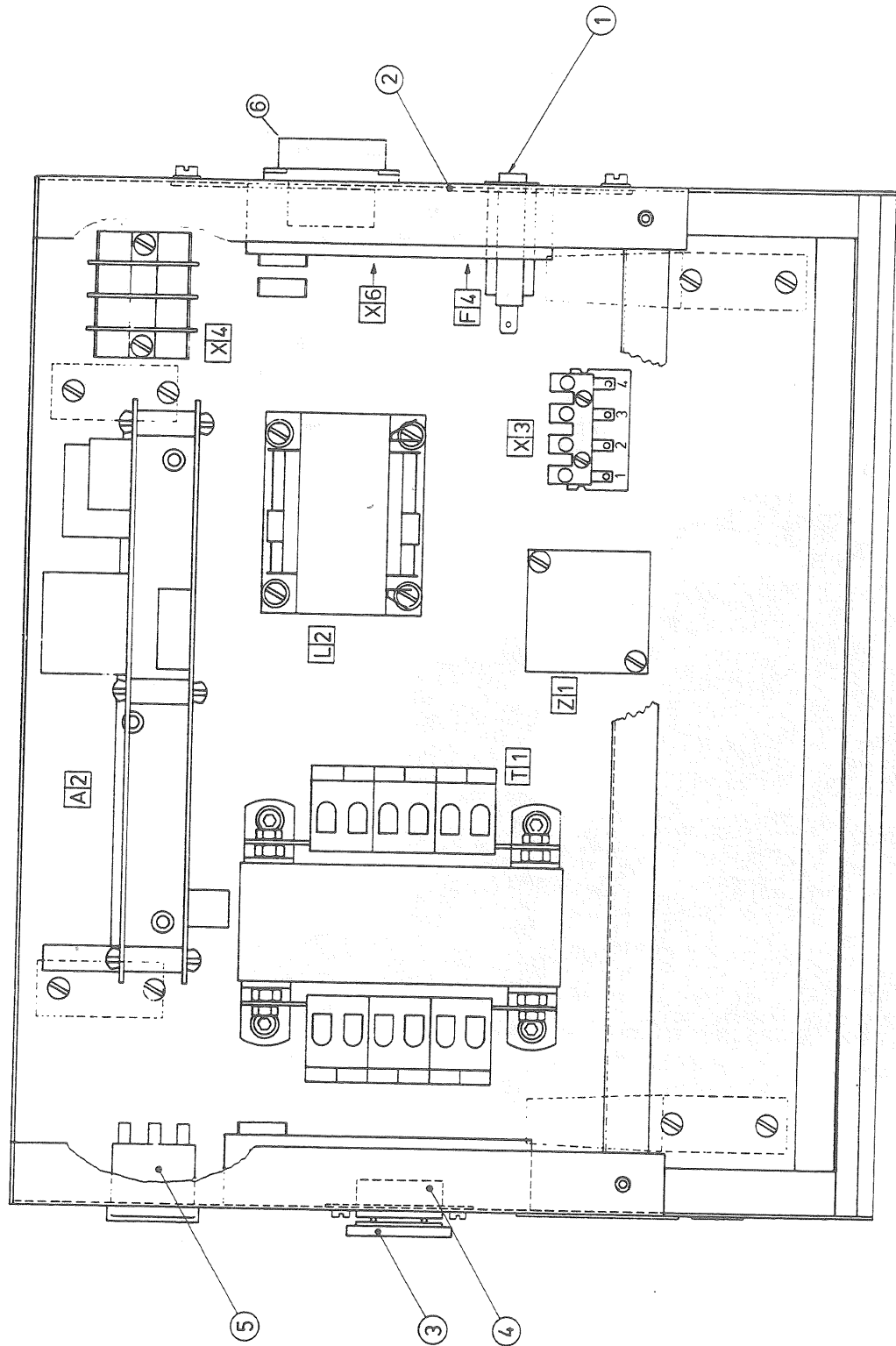


Drawing

Fig. 13
Drawing 14310070

Pos.	Description	Spare Part No.
1.13 Cabinet		
2	Mounting plate for plug	431 MP 007
5	Apparatus plug STF63A3	130 MP 017
3	Mains voltage selector plug, TS 8565 w/serigraphy	
4	Mains-voltage selector socket 6168TJ	431 MP 020
	Relay print board A3	431 MP 021
6	Connector, 13 poles, female	2XM00720
6	Connector, 13 poles, male	2XM10717
A2	Power board, complete	431 MP 018
F4	Aut. fuse W28XQ1A, 5 A	431 MP 011
L2	Choke coil L2/10802	431 MP 012
T1	Transformer 11183/2	431 MP 010
Z1	Noise filter	431 MP 009

(Fig. 13, Cabinet, Drawing 14310070)

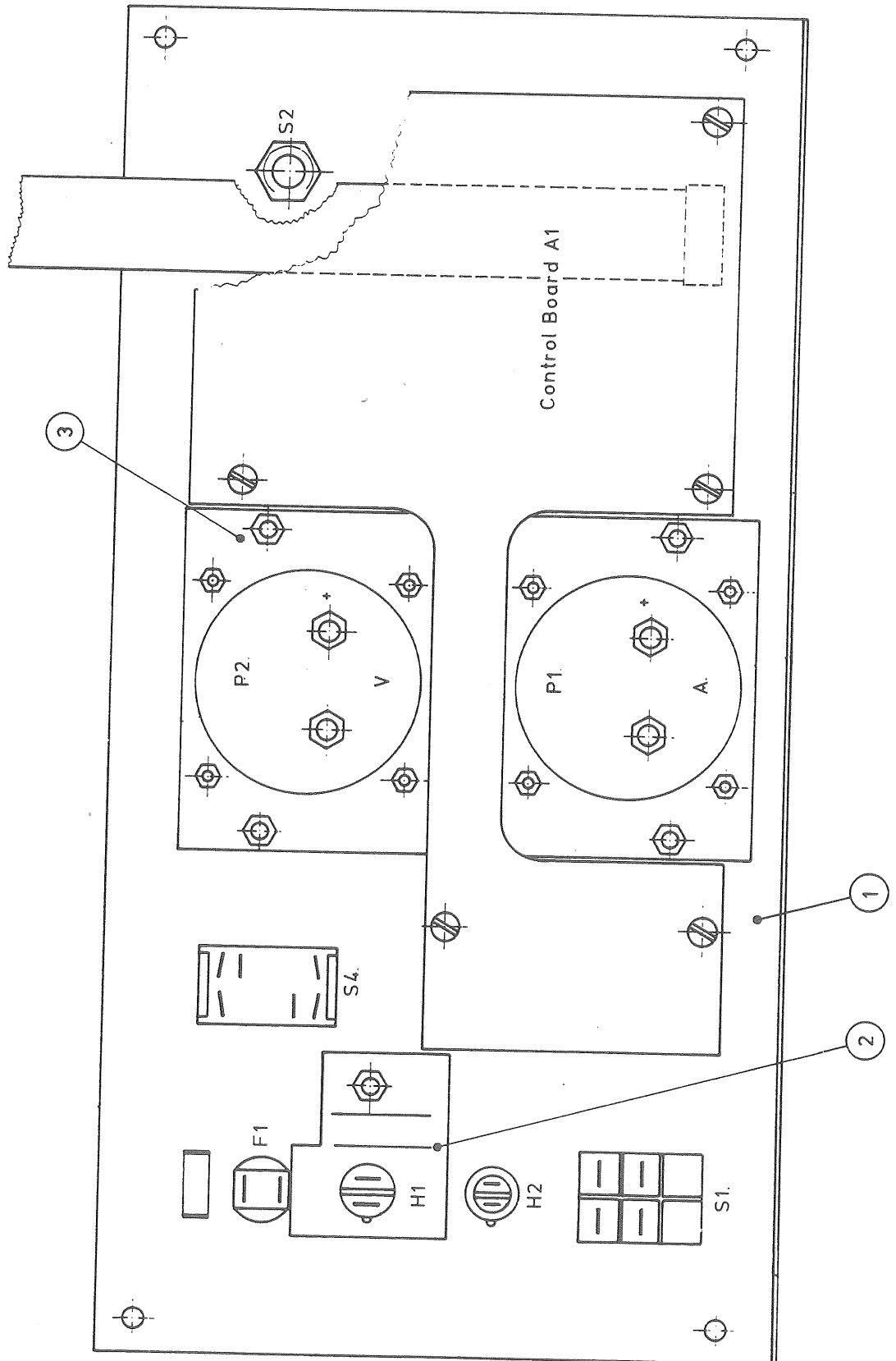


Drawing

Fig. 14
Drawing 14310008C

Pos.	Description	Spare Part No.
1.14 Front plate, control board		
1	Front plate	431 MP 004
2	Indication lamp bracket	431 MP 005
3	Voltage selector	431 MP 006
A1	Control circuit board 205P331011	431 MP 019
A1	Replacement kit for s/n up to 4310217	14310100
A1	Pot. Meter (500 Ω /2W R50)	14312901
A1	Pot. Meter (10k Ω /2W, Contelec R6, R32, R66)	R4310081
P1	Ammeter (grey scale)	14310054
P2	Voltmeter (grey scale)	14310058

(Fig. 14, Front plate, control board, Drawing 14310008C)



2. Diagrams

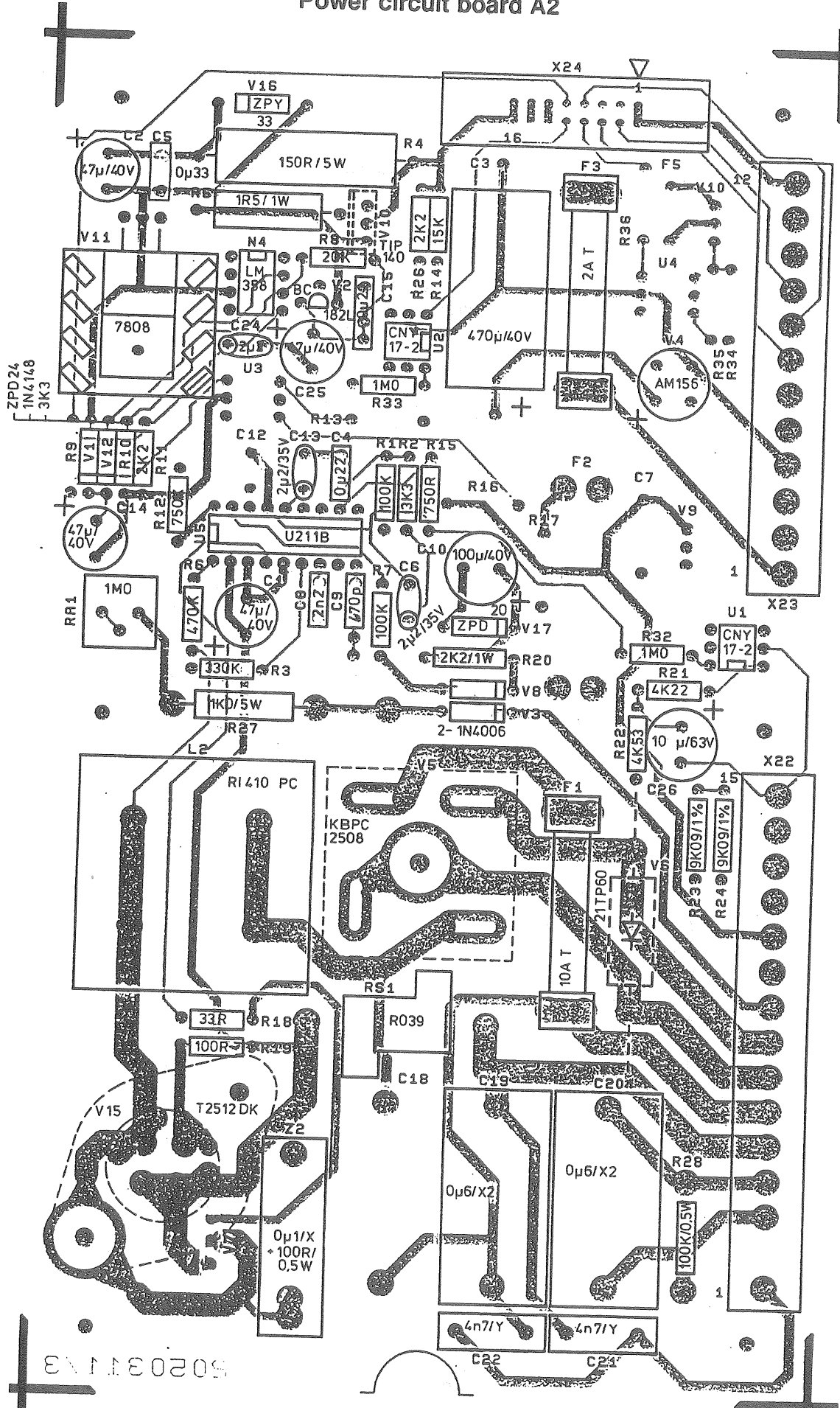
Table of Contents	Drawing
Power circuit board A2	14310078A
Power circuit diagram A2	14310079A
Relay print board A3	14310085
Circuit diagram A3	14310087
Control circuit Board A1	14310091
Control circuit diagram A1	14310092
Wiring diagram	14310094D
Main circuit diagram	14310095C
EMC suppression diagram	14310053
Wiring diagram, Polishing Unit	14080041A
Volt Amp meter circuit diagram A1	14310048B

Diagram

14310078A

Description

Power circuit board A2



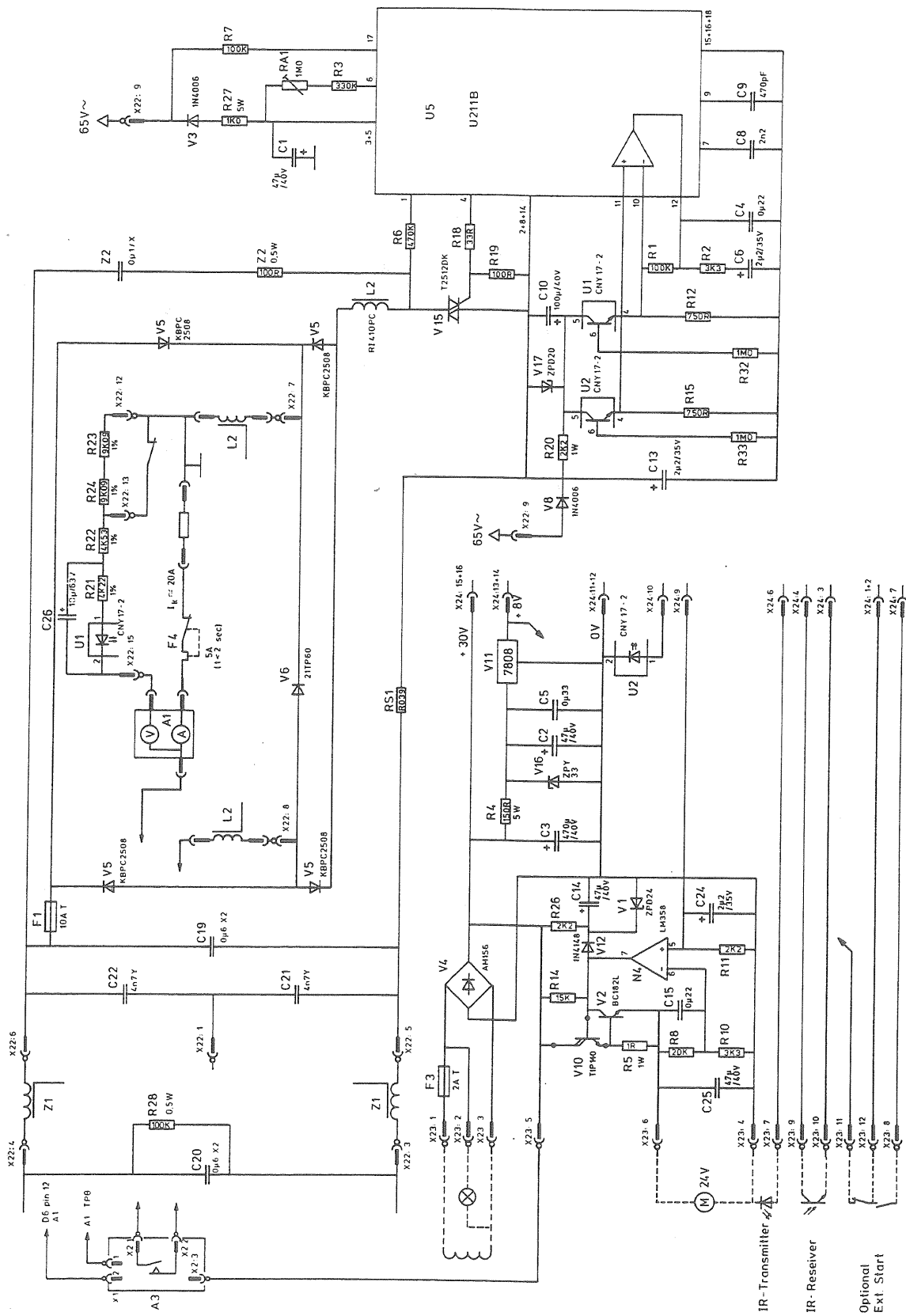
50203113

Diagram

Description

14310079A

Power circuit diagram A2

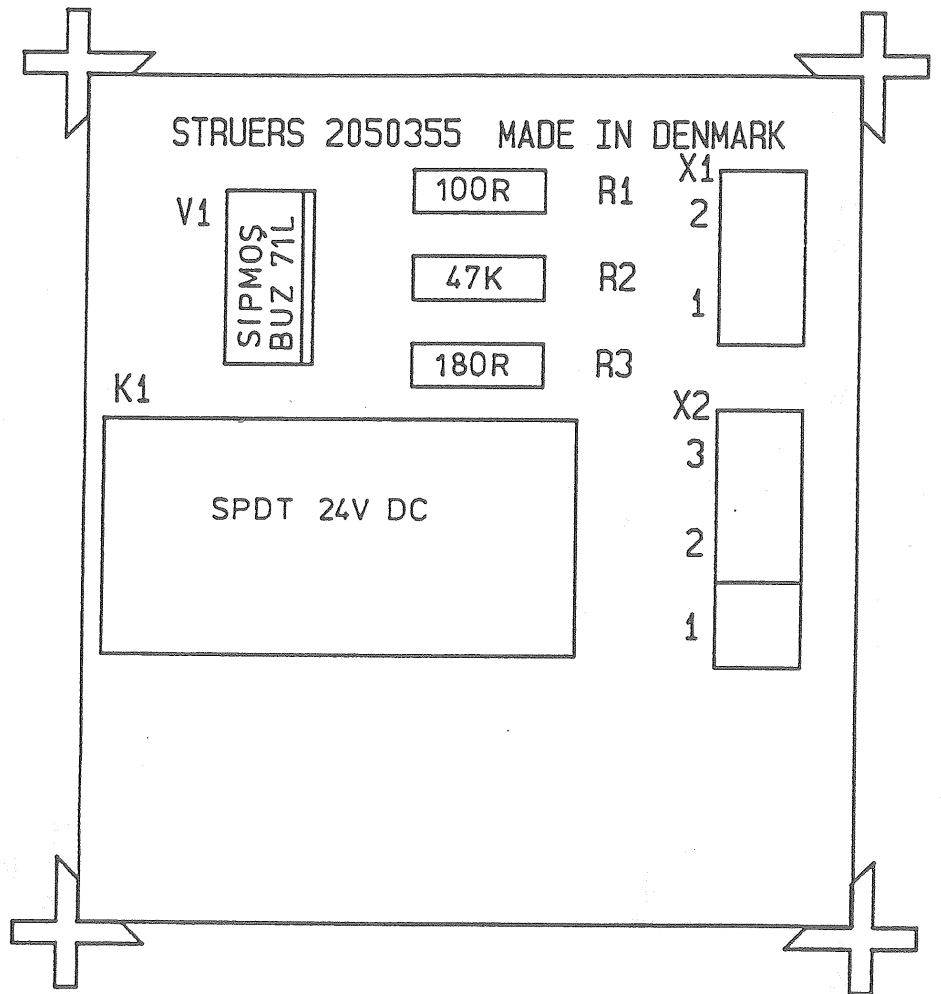


Diagram

14310085

Description

Relay print board A3

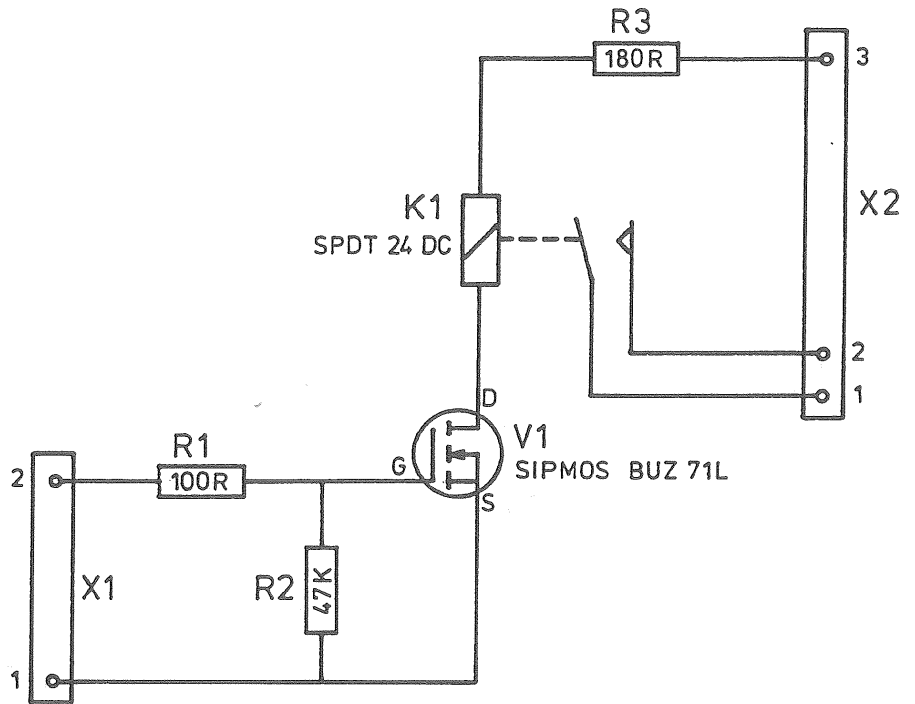


Diagram

14310087

Description

Circuit diagram A3

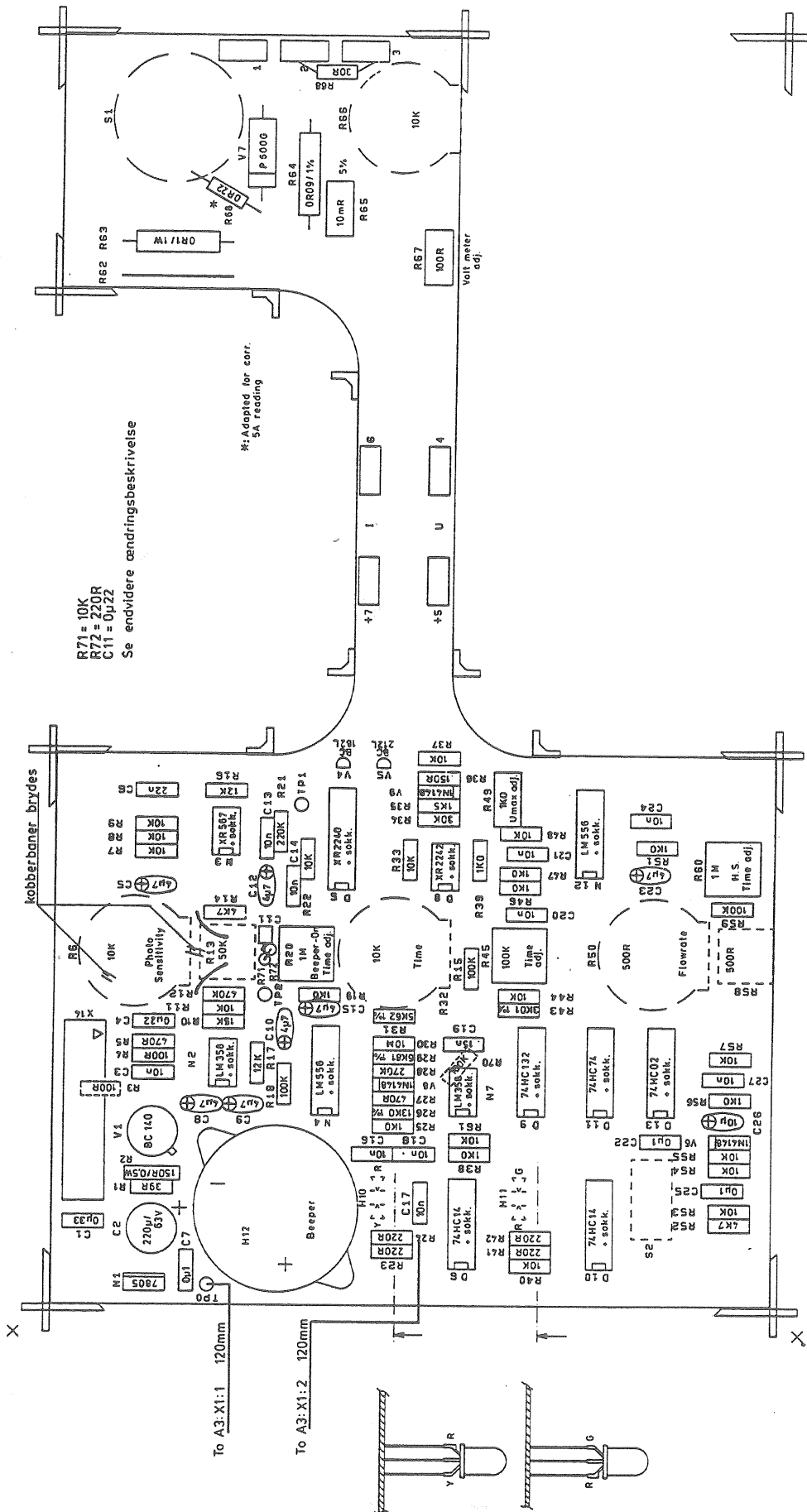


Diagram

Description

14310091

Control circuit Board A1



R71 = 10K
 R72 = 220R
 C11 = 0.1u22
 Se endvidere ændringsbeskrivelse

*: Adopted for corr.
 5A reading

kobberbaner brydes

SILK SCREEN
 205P310

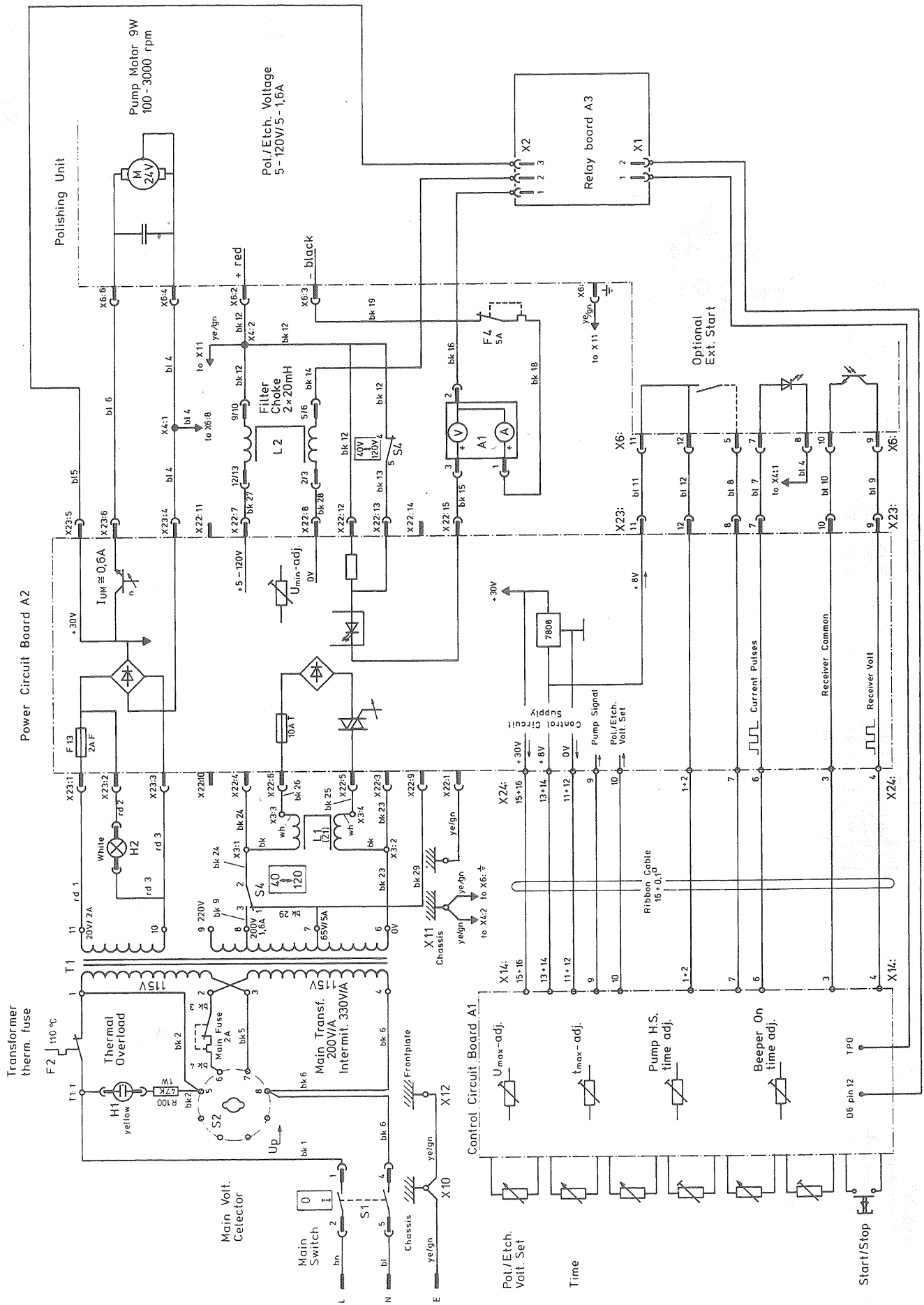
PRINT--TEGN
 JSTRU30
 880201

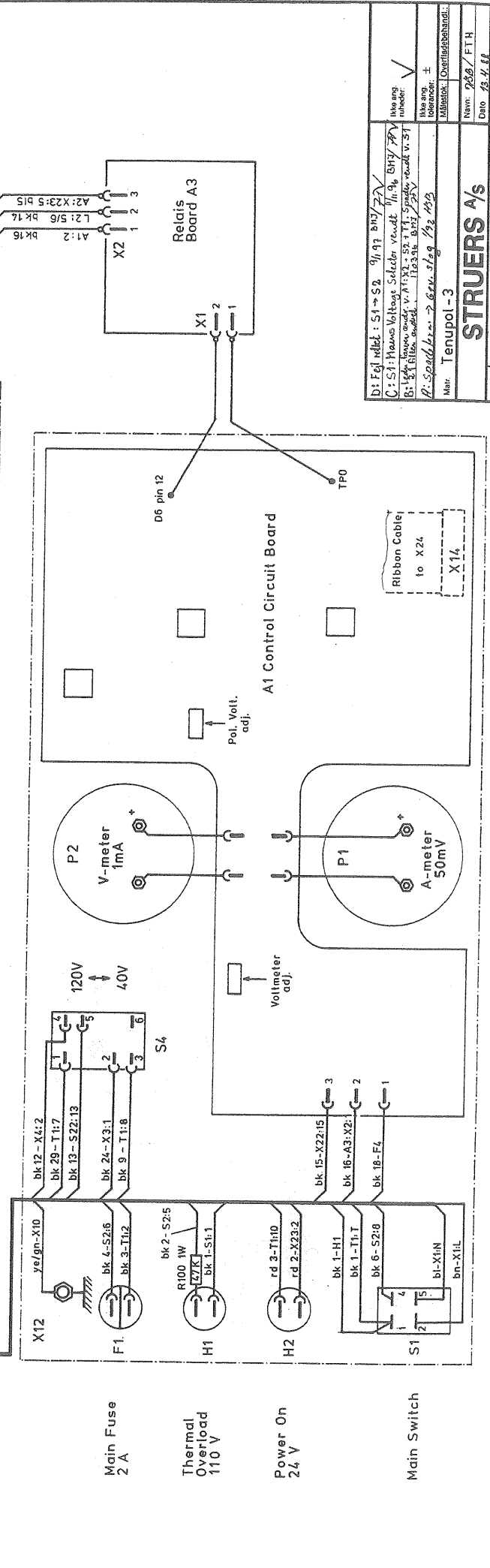
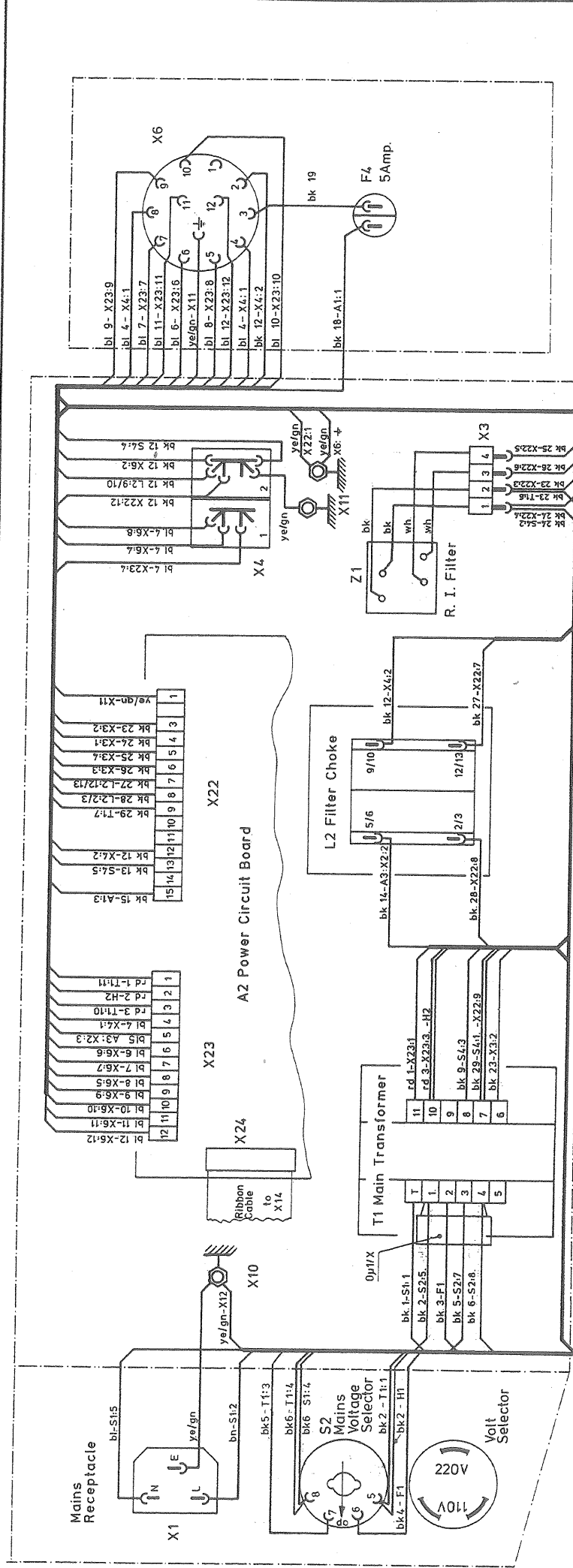
Diagram

Description

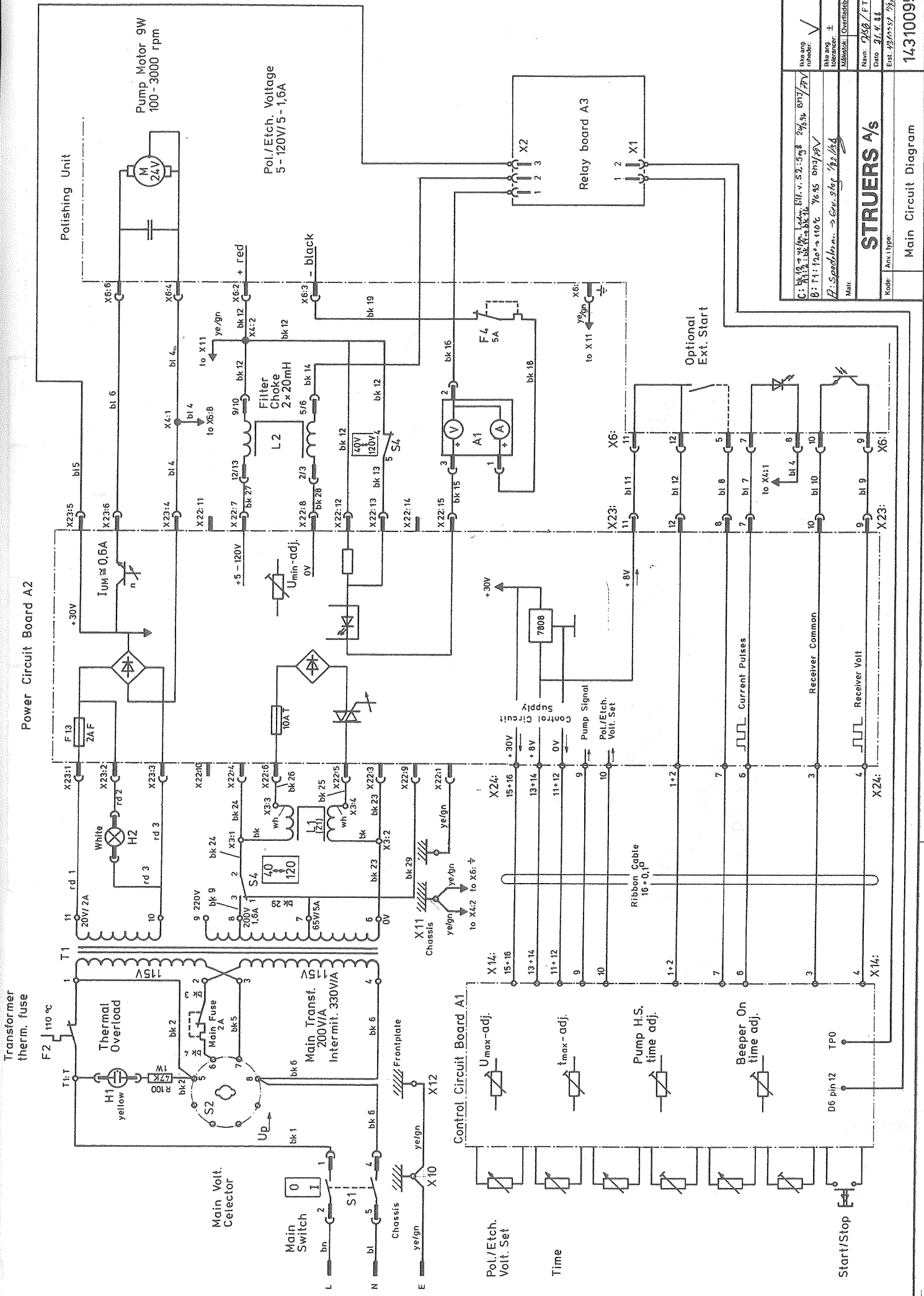
14310092

Control circuit diagram A1





D6 pin 12
 TP0
 Ribbon Cable to X24
 X14



Like app. number.	<input checked="" type="checkbox"/>
Like eng. tolerance.	<input type="checkbox"/>
Materok.	Overfladebehandl.
Navn: 758 / FTH	
Dato: 31.8.81	
Est. 28/257 1/2 182	
STRUERS A/S	
Model: Anv. type:	
Main Circuit Diagram	
14310095 C	

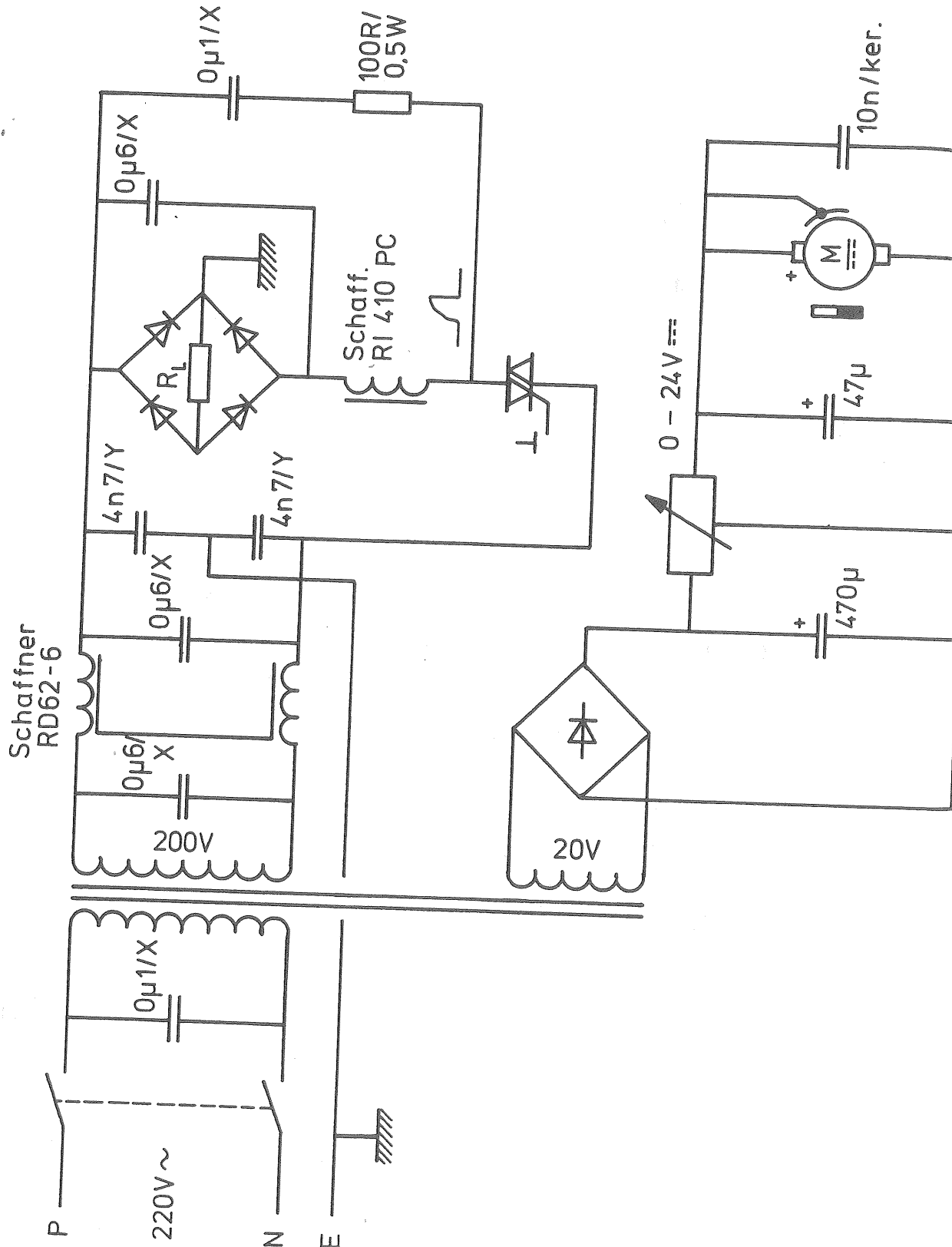
C: 110V → 115V/110V, 200V → 200V/110V, 115V → 115V/110V, 0V → 0V/110V
 B: 7: 120V → 110V, 115V → 110V, 0V → 0V/110V
 A: Speed... → Rev. stop 182/182

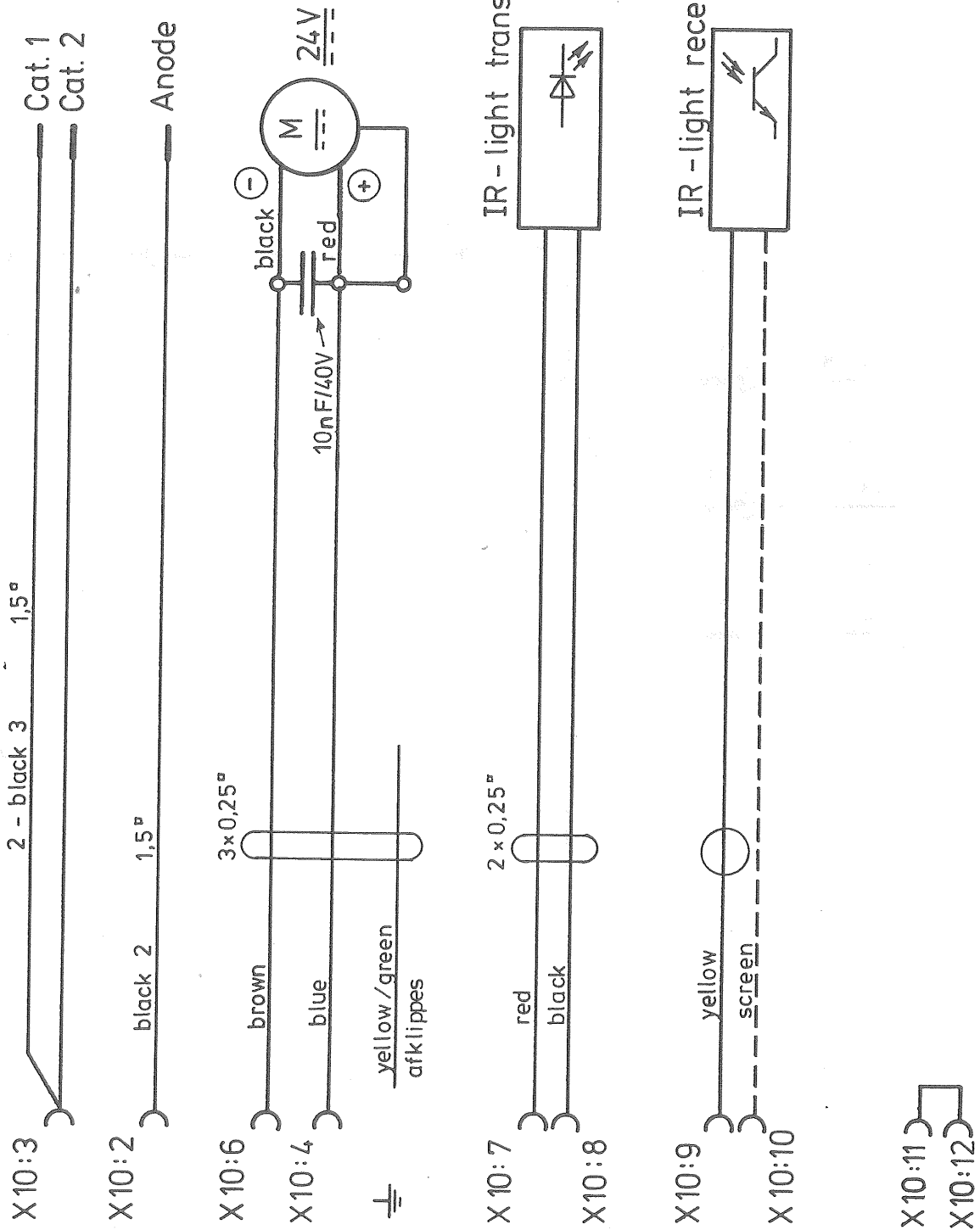
Diagram

14310053

Description

EMC suppression diagram





Matr. Tenupol - 3

Målestok: Overfladebehandl.:

STRUERS A/s

Navn: *Ra/vh*

Dato 2-3-88

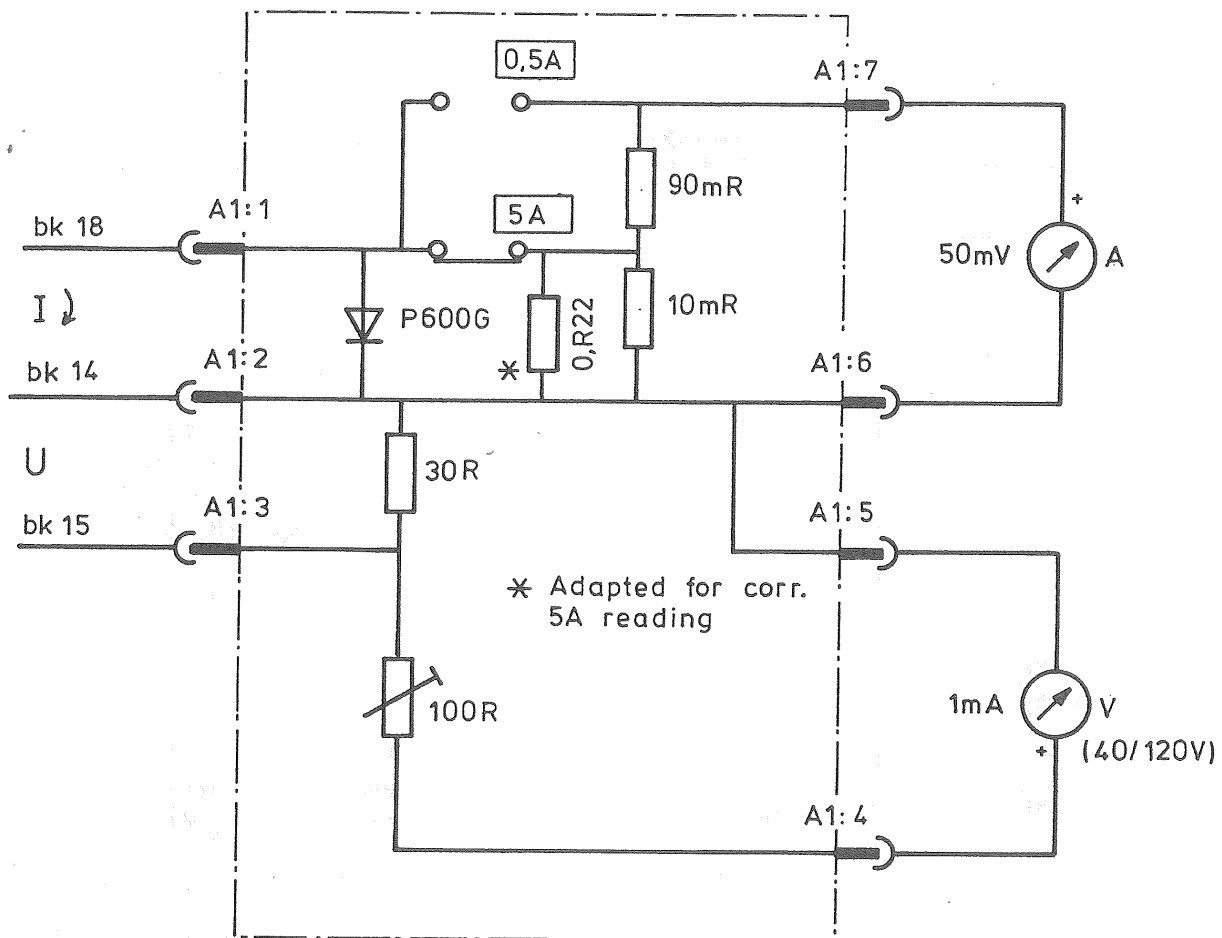
Kode: Anv. i type:

Erst.:

Wiring diagram
Polishing unit

14080041A

A: Red + black tilf. v. Motor
30.10.96 *BNJ/FF*



Ikke ang. ruheder:

Ikke ang. tolerancer:

Målestok: Overfladebehand

Navn: *J.B. / b.H.*

Dato: 7.6.88

Erst:

14310048B

A: modstand 0R22 på fort i ↓
24.10.88 HSI3
B: Ag V byttet om ved medse
7/3.96 BHJ / 77V

Matr. Tenupol - 3

STRUERS A/s

Kode: Anv. i type:

Volt/Amp-meter
Circuit Diagram on A1.

Dansk

Overensstemmelseserklæring

 Struers

Fabrikant

Struers A/S
Valhøjs Allé 176,
DK-2610 Rødovre, Danmark
Telefon 36 70 35 00

erklærer herved, at

<i>Produkt navn:</i>	Tenupol-3
<i>Type nr.:</i>	431, 408
<i>Maskintype:</i>	Elektrolytisk polerapparat

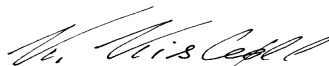
er i overensstemmelse med følgende EU-direktiver:

EMC-direktivet 89/336/EØF og 92/31/EØF efter følgende norm(er):
EN50081-1:1991, EN50082-1:1992.

Lavspændingsdirektivet 73/23/EØF og 93/68/EØF efter følgende norm(er):
EN60204-1:1992.

Supplerende oplysninger Endvidere overholdes de amerikanske normer:
FCC part 15, subpart B og UL508.

Ovenstående overensstemmelse(r) er erklæret iflg. den globale metode, modul A



Dato: 30.12.1996

Klaus Kisbøll, udviklingschef, Struers A/S

English

Declaration of Conformity

 Struers

Manufacturer

Struers A/S
Valhøjs Allé 176
DK-2610 Rødovre, Denmark
Telephone 36 70 35 00

Herewith declares that

<i>Product Name:</i>	Tenupol-3
<i>Type No:</i>	431, 408
<i>Machine Type:</i>	Electrolytic polishing apparatus


is in conformity with the provisions of the following directives:

EMC-Directive 89/336/EEC and 92/31/EEC according to the following standard(s):
EN50081-1:1991, EN50082-1:1992.

Low Voltage Directive 73/23/EEC and 93/68/EEC according to the following standard(s):
EN60204-1:1992.

Supplementary Information The equipment complies with the American standards:
FCC part 15, subpart B and UL508.

The above has been declared according to the global method, module A



Date: 30.12.1996

Klaus Kisbøll, R&D Manager, Struers A/S

Deutsch

Konformitätserklärung

 **Struers**

Hersteller

Struers A/S
Valhøjs Allé 176,
DK-2610 Rødovre, Danmark
Telefon 36 70 35 00

erklärt hiermit, daß

<i>Produktname:</i>	Tenupol-3
<i>Typennr.:</i>	431, 408
<i>Maschinenart:</i>	Elektrolytisches Poliergerät

konform ist mit den einschlägigen EG-Richtlinien

EMC-Direktive

89/336/EWG und 92/31/EWG gemäß folgender Normen:
EN50081-1:1991, EN50082-1:1992.


**Niederspannungs -
Direktive**

73/23/EWG und 93/68/EWG gemäß folgender Normen:
EN60204-1:1992.

**Ergänzungs-
information**

Die Maschine entspricht ebenfalls den amerikanischen FCC Normen:
FCC Teil 15, Abschnitt B und UL508.

Die obenstehende Konformität ist in Folge der globalen Methode, Modul A erklärt



Datum: 30.12.1996

Klaus Kisbøll, Entwicklungsleiter, Struers A/S

Français

Déclaration de conformité

 **Struers**

Fabricant

Struers A/S
Valhøjs Allé 176
DK-2610 Rødovre, Denmark
Téléphone 36 70 35 00

Déclare ci-après que

<i>Nom du produit:</i>	Tenupol-3
<i>Type no:</i>	431, 408
<i>Type de machine:</i>	Appareil de polissage électrolytique

est conforme aux dispositions des Directives CEE suivantes:

Directive EMC

89/336/CEE et 92/31/CEE conforme aux normes suivantes:
EN50081-1:1991, EN50082-1:1992.

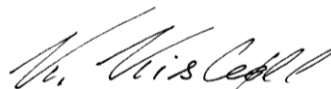
**Directive de basse
tension**

73/23/CEE et 93/68/CEE conforme aux normes suivantes:
EN60204-1:1992.

**Informations
supplémentaires**

L'équipement est conforme aux standards américains:
FCC paragraphe 15, sous-paragraphe B et UL508.

La déclaration ci-dessus a été faite d'après la méthode globale, module A



Date: 30.12.1996

Klaus Kisbøll, Chef du service developpement, Struers A/S