

Technische Erläuterungen

zur Auswahl und Anwendung von Gleichstrommagneten

Technical Explanations

on design and application of DC solenoids



Vertretung und Stützpunkthändler für Norddeutschland
Hermann Seidel GmbH
22149 Hamburg
Internet: www.seidel-gmbh.de

Rahlstedter Straße 16
Tel. 040 / 675 085 - 0 Fax. - 85
E-Mail info@seidel-gmbh.de

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Eigenschaften der Gleichstrommagnete	3
2. Bauformen und Ausführungen	3
2.1. Einfachhubmagnet.....	3
2.2. Umkehrhubmagnet.....	3
2.3. Einfachhub-Selbthaltemagnet.....	3
2.4. Umkehrhub-Selbthaltemagnet.....	3
2.5. Drehmagnet.....	3
2.6. Haftmagnet.....	3
2.7. Permanent Haftmagnet.....	3
3. Betriebsbedingungen	4
4. Hub, Magnetkraft und Hubarbeit	4
4.1. Hub.....	4
4.2. Magnetkraft.....	4
4.3. Hubarbeit.....	4
5. Spannung, Strom und elektrische Leistung	5
5.1. Spannung.....	5
5.2. Zulässige Spannungsänderung.....	5
5.3. Strom.....	5
5.4. Elektrische Leistung.....	5
6. Zeitbegriffe und Nennbetriebsarten	5
6.1. Einschaltdauer.....	5
6.2. Stromlose Pause.....	5
6.3. Spieldauer.....	5
6.4. Relative Einschaltdauer (% ED).....	5
6.5. Schalthäufigkeit.....	6
6.6. Nennbetriebsarten.....	6
7. Auswahl und Dimensionierung der Magnete	6
8. Ein- und Ausschaltvorgang, Anzugs- und Abfallzeiten und deren Beeinflussungsmöglichkeiten	7
8.1. Einschaltvorgang (Fig. 2).....	7
8.2. Ausschaltvorgang (Fig. 3).....	7
8.3. Anzugs- und Abfallzeiten.....	7
8.4. Verkürzung der Anzugszeit durch Übererregung.....	8
8.5. Schnellerregung mittels Vorwiderstand (Fig. 4).....	8
8.6. Abfalldämpfung (Fig. 6).....	8
8.7. Bedämpfung von Abschaltüberspannungen.....	9
8.8. Freilaufdiode mit Verpolschutz (Fig. 12).....	10
9. Temperaturen und thermische Klassen	10
9.1. Umgebungstemperatur.....	10
9.2. Beharrungstemperatur.....	10
9.3. Bezugstemperatur.....	10
9.4. Abweichende Bezugstemperatur.....	10
9.5. Thermische Klassen.....	10
10. Elektrische Ansteuerarten	11
10.1. Ansteuerung Gleichspannung.....	11
10.2. Ansteuerung Wechselspannung.....	11
10.3. Ansteuerung Pulsweitenmodulation (PWM).....	11
11. Prüfung der Elektromagnete	11
11.1. Prüfspannung.....	11
11.2. Spannungsprüfung.....	11
11.3. Wiederholte Spannungsprüfung.....	11
12. Lebensdauer	11
13. Hinweise zum Einbau von Elektromagneten	12
13.1. Montagehinweise.....	12
13.2. Inbetriebsetzung.....	12
13.3. Rückstellung des Ankers.....	12
13.4. Fremde Eingriffe oder Veränderungen.....	12
14. Schutzarten	12
15. Sonderausführungen	12

Index of contents

1. General characteristics of DC solenoids	3
2. Designs forms	3
2.1. Single stroke solenoid.....	3
2.2. Return stroke solenoid.....	3
2.3. Single stroke self-holding solenoid.....	3
2.4. Return stroke self-holding solenoid.....	3
2.5. Rotary solenoid.....	3
2.6. Electro magnet.....	3
2.7. Permanent electro magnet.....	3
3. Working conditions	4
4. Stroke, solenoid force and work done	4
4.1. Stroke.....	4
4.2. Solenoid force.....	4
4.3. Work done.....	4
5. Voltage, current and electrical power	5
5.1. Voltage.....	5
5.2. Tolerance of the supply voltage.....	5
5.3. Current.....	5
5.4. Electrical power.....	5
6. Duty cycle and nominal operational modes	5
6.1. Time on.....	5
6.2. Time off.....	5
6.3. Cycle time.....	5
6.4. Duty cycle (%).....	5
6.5. Operating frequency.....	6
6.6. Nominal operational modes.....	6
7. Selection of the solenoid dimension	6
8. Switching-on and switching-off procedure, operate and release time, possibilities of influence	7
8.1. Switching-on procedure (Fig. 2).....	7
8.2. Switching-off procedure (Fig. 3).....	7
8.3. Operate and release time.....	7
8.4. Shortening the operating time by a higher voltage impulse.....	8
8.5. Fast excitation by a series resistance (Fig. 4).....	8
8.6. Increasing the release time (Fig. 6).....	8
8.7. Damping of voltage spikes.....	9
8.8. Recovery diode with protection (Fig. 12).....	10
9. Temperatures and thermal classes	10
9.1. Ambient temperature.....	10
9.2. Steady-state temperature.....	10
9.3. Base temperature.....	10
9.4. Different base temperature.....	10
9.5. Thermal classes.....	10
10. Electrical control modes	11
10.1. DC control mode.....	11
10.2. AC control mode.....	11
10.3. Pulse width modulation (PWM) control mode.....	11
11. Test specification	11
11.1. Test voltage.....	11
11.2. Voltage testing.....	11
11.3. Repeat voltage testing.....	11
12. Lifetime expectancy	11
13. General mounting instructions	12
13.1. Mounting instructions.....	12
13.2. Connecting the solenoid to power supply.....	12
13.3. Return movement of the plunger.....	12
13.4. Adaptions and changes to the solenoid.....	12
14. Degrees of protection	12
15. Special models	12

1. Allgemeine Eigenschaften der Gleichstrommagnete

Gleichstrommagnete besitzen einen ausserordentlich hohen Grad an Zuverlässigkeit und eine lange Lebensdauer.

Der Anker kann in jeder Position des Hubes angehalten werden, ohne dass dadurch der Magnet irgendwelchen Schaden erleidet. Sollte sich also bei dem zu betätigenden Apparat eine Störung ergeben, so wird dadurch der Magnet nicht beschädigt.

Das Anzugs- sowie das Abfallverhalten des Magnetankers kann durch entsprechende geometrische Auslegung, elektrische Beschaltungen oder die Ansteuerung beeinflusst werden. Der Magnet kann damit an die gestellten Einsatzbedingungen grösstenteils angepasst werden.

2. Bauformen und Ausführungen

2.1. Einfachhubmagnet

Der Einfachhubmagnet wird mittels Erregung der Spule aktiviert. Die Hubbewegung von der Hubanfangslage in die Hubendlage erfolgt durch die elektromagnetische Kraftwirkung. Die Rückstellung hat durch äussere Kräfte zu erfolgen (z.B. Feder). Es wird zwischen ziehender und stossender Ausführung unterschieden.

2.2. Umkehrhubmagnet

Der Umkehrhubmagnet ist mit zwei Spulen ausgerüstet. Sein Anker kann zwei definierte Positionen einnehmen. Die Hubbewegung erfolgt, je nachdem welche der Spulen erregt wird von einer Hubendlage in die andere oder umgekehrt. Die Endstellung wird gehalten, indem die entsprechende Spule unter Spannung bleibt.

2.3. Einfachhub-Selbsthaltungemagnet

Die Hubbewegung von der Hubanfangslage in die Hubendlage erfolgt durch die elektromagnetische Kraftwirkung. In der Hubendlage wird bei ausgeschaltetem Strom der Anker durch einen eingebauten Permanentmagneten gehalten. Die Rückstellung muss durch äussere Rückstellkräfte, nach dem Neutralisieren des Permanentmagneten durch umpolen der angelegten Spannung, erfolgen.

2.4. Umkehrhub-Selbsthaltungemagnet

Die Funktion ist gleich dem Prinzip des Einfachhub-Selbsthaltungemagneten, jedoch mit zwei Spulen. Die Hubbewegung erfolgt je nach Erregung von einer Hubendlage in die andere. In den Hubendlagen wird bei ausgeschaltetem Strom der Anker durch einen Permanentmagneten gehalten.

2.5. Drehmagnet

Die Drehbewegung erfolgt durch die elektromagnetische Kraftwirkung und ist mechanisch begrenzt. Die Rückstellung kann sowohl durch eine externe Kraft als auch durch eine Rückstellfeder erfolgen.

Bei Drehmagneten mit Rückstellfeder unterscheidet man zwischen rechts- und linksdrehenden Magneten.

2.6. Haftmagnet

Durch die elektromagnetische Kraftwirkung wird eine Haftkraft erzielt. Der Magnet in sich kann keine Hubarbeit verrichten.

2.7. Permanent Haftmagnet

Die Funktion entspricht einem Haftmagneten, mit dem Unterschied, dass die Haltekraft stromlos erzielt wird. Die Neutralisation der Haltekraft erfolgt durch einen Stromimpuls.

1. General characteristics of DC solenoids

DC solenoids dispose an extraordinary high degree of reliability and an almost unlimited lifetime expectancy.

The plunger can be stopped at any position of the stroke without damage to the solenoid, even an incident occurring on the apparatus to be operated by the solenoid, preventing the solenoid to operate to the end of the stroke can't damage the solenoid.

The operate as well as the release behavior can be widely modified with the geometrical design a variety of electrical circuits or the control mode. This enables the solenoid to be adapted to the requirements of the application.

2. Designs forms

2.1. Single stroke solenoid

The single stroke solenoid is activated by connecting the coil to the electrical source. The plunger then moves from the starting to the end position of the stroke. The return movement has to be realized by an external force (i.e. by a spring). The direction of the plunger can be either in push or pull execution.

2.2. Return stroke solenoid

The return stroke solenoid contains two coils. The plunger can presume two different positions. It moves in one direction to the other, depending on whether the one or the other coil is connected to the power supply. The solenoid holds its end position by keeping one of the coil connected to the power supply.

2.3. Single stroke self-holding solenoid

The single stroke self-holding solenoid include a permanent magnet in the magnetic circuit. The plunger gets to its active end position by the means of only a short electrical impulse. No power is now requested to hold the plunger in the active end position, it is held there by the permanent magnet. The holding force of the permanent magnet is neutralized when the coil is energized with an electrical impulse with reverse polarity. The return movement has to be realized by an external force.

2.4. Return stroke self-holding solenoid

The return stroke self-holding solenoid is working after the identical principal as the single stroke self-holding solenoid containing two coils. It pulls from one end position to the other, depending on whether the one or the other coil is activated with a short electrical impulse. The plunger is holding the respective end position with a permanent magnet without electrical power.

2.5. Rotary solenoid

The rotary solenoid contains a specially designed magnetic circuit, which changes the basically linear magnetic force to rotate the shaft. The active rotation is obtained by connecting the coil to the electrical source. The return movement has to be achieved by external means or on request with a return spring. Rotary solenoids with a return spring assembly are distinguished between right and left rotation.

2.6. Electro magnet

The electro magnet develops a holding force only, it is unsuitable to do any work e.g. to exercise any force over a certain stroke.

2.7. Permanent electro magnet

This magnet is working after the same principal as the electro magnet with the difference that the holding force is maintained without continuous application of current. The neutralisation of holding force is carried out by an electrical impulse.

3. Betriebsbedingungen

Die **Umgebungstemperatur** liegt zwischen **-5°C und +35°C**. Die **Aufstellhöhe** beträgt nicht mehr als **1'000m ü.M.** Die **relative Feuchtigkeit** der Umgebungsluft soll **50% bei 40°C** nicht überschreiten. Bei geringeren Temperaturen kann eine höhere Luftfeuchtigkeit zugelassen werden (90% bei +20°C). Die Umgebungsluft soll nicht wesentlich durch Staub, Rauch, aggressive Gase oder Dämpfe verunreinigt sein. Sollten diese Bedingungen in speziellen Anwendungen auftreten, ziehen sie Sonderausführungen der Magnete nach sich.

4. Hub, Magnetkraft und Hubarbeit

4.1. Hub

Der **Magnethub** ist der vom Anker zwischen Hubanfangslage und Hubendlage zurückgelegte Weg. Die **Hubanfangslage (s₁)** ist die Ausgangslage des Ankers vor Beginn der Hubbewegung beziehungsweise nach Beendigung der Rückstellung. Die **Hubendlage (s₀)** ist diejenige Stellung des Ankers, die er infolge der elektromagnetischen Kraftwirkung einnimmt.

4.2. Magnetkraft

Die **nominale Magnetkraft F_N** ist die um die Reibung verminderte mechanische Kraft des Magneten bei horizontaler Ankerlage. Sie wird in **betriebswarmem Zustand und bei 90% der Nennspannung** gemessen. Beim Betrieb mit Nennspannung erhöhen sich die Werte der Magnetkraft um etwa 10%. Werden in der Praxis die Magnete auf gut wärmeleitender Unterlage montiert, so kann die Magnetkraft, insbesondere durch Anpassung der Erregerleistung der Wicklung an die jeweiligen Betriebsverhältnisse, erhöht werden. Eine Erhöhung der Magnetkraft ist möglich, wenn die Umgebungstemperatur ständig unter +35°C liegt. Umgekehrt muss die elektrische Erregerleistung reduziert werden, wenn die Umgebungstemperatur im Durchschnitt über +35°C liegt, was mit einer Verminderung der Magnetkraft verbunden ist. **Die Magnetkraft kann infolge natürlicher Streuungen ±10% von den Angaben in den Datenblättern abweichen.**

4.3. Hubarbeit

Die **Hubarbeit W** entspricht dem Integral der Magnetkraft F über dem Magnethub s. Die **Nennhubarbeit W_N**, die in den technischen Unterlagen angegeben ist, ist das Produkt aus der Nennmagnetkraft F_N bei Hubanfang und dem Magnethub s₁ (Fig. 1).

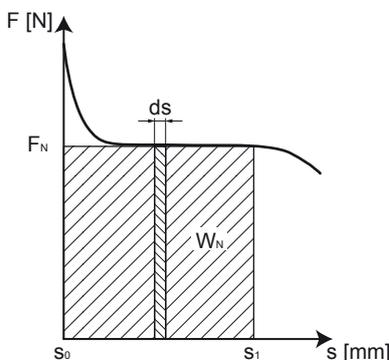


Fig.1: Definition Hubarbeit / Definition of work done

3. Working conditions

The **ambient temperatur** is defined between **-5°C and +35°C**. The **altitude in place** does not exceed **1'000m above sea level**. The **relative humidity** of the environment should not exceed **50% at 40°C**. At lower temperatures, higher relative humidities are permissible (90% at +20°C). The environmental air should not be polluted by dust, smoke, aggressive gases or steam. In case of those conditions appear, consult ISLIKER MAGENTE, the design of solenoids has to be adapted.

4. Stroke, solenoid force and work done

4.1. Stroke

The **stroke of the solenoid** is the distance travelled by the plunger between starting position and end of stroke. The **starting position (s₁)** of the plunger, is the position of the plunger before the solenoid is energized or after the plunger has been reset. The **end of the stroke (s₀)** is the position of plunger after solenoid has been energized and the movement comes to a stop.

4.2. Solenoid force

The **nominal solenoid force F_N** is the usable mechanical force created in the direction of the active movement of the plunger in horizontal position. The solenoid force is defined by the solenoid **at operating temperature and at 90% of nominal voltage**. The values of the force are increased by 10% at nominal voltage over the values given in the data sheets. If the solenoids are mounted on an efficient heat sink, the solenoid force can be increased by increasing the electrical power consumption of the coil, in accordance to the working conditions. The power consumption of the solenoid can also be increased, and accordingly the force of the solenoid, if the average ambient temperature is under +35°C. Contrary the electrical power must be reduced if the average ambient temperature is above +35°C, which causes a reduction of the force of the solenoid. **The solenoid force values shown in the datasheets can differ ±10% as a result of natural dispersion.**

4.3. Work done

The **work done W** is calculated by the integral of the solenoid force F over its stroke s. The **nominal work done W_N**, as shown in the data sheets, is the product of the nominal force F_N at the starting position of the stroke and the stroke s₁ (Fig. 1).

$$W = \int_{s_0}^{s_1} F(s) ds$$

$$W_N = F_N \times s_1$$

s₁ = Hubanfangslage / starting position
 s₀ = Hubendlage / end of stroke

5. Spannung, Strom und elektrische Leistung

5.1. Spannung

Spannungs- und Stromangaben sind bei Gleichstrom arithmetische Mittelwerte.

Die **Nennspannung** U_N eines Hubmagneten ist die Betriebsspannung. Den in den technischen Unterlagen angegebenen Werten liegt, wenn nicht anders vermerkt, eine **Nennspannung von 24VDC** zugrunde. Bei anderen Nennspannungen können durch die unterschiedlichen Isolationsanteile in den Erregerwicklungen Abweichungen von den angegebenen Magnetkräften sowohl nach oben (meist bei <24VDC) als auch nach unten (meist bei >24VDC) auftreten (bei 230VDC bis 10%).

5.2. Zulässige Spannungsänderung

Die dauernd zulässige Spannungsänderung für Gleichstrommagnete beträgt **± 10% der Nennspannung** (gemäss IEC 60038).

5.3. Strom

Der **Nennstrom** I_N ist der Strom, der sich bei Nennspannung und einer Temperatur der Erregerwicklung von +20°C einstellt.

$$I_N = \frac{P_N}{U_N} = \frac{U_N}{R_{20}}$$

Der **Prüfstrom** I_{pr} ist der Strom, auf den sich die in den technischen Unterlagen genannten Magnetkraftwerte beziehen entsprechend 90% der Nennspannung bei betriebswarmem Widerstand der Erregerwicklung R_W .

$$I_{pr} = \frac{0.9 \times U_N}{R_W}$$

5.4. Elektrische Leistung

Die in den Datenblättern angegebene **Nennleistung** P_N wird mit einer Nennspannung von 24VDC gemessen, bezogen auf den kalten Magneten. Der **betriebswarme Magnet** nimmt eine **etwa 35% kleinere Leistung** auf.

Wird ein Gleichrichter eingesetzt, ist dieser für den kalten Magneten, gemäss der in den technischen Unterlagen angegebenen Leistung P_N , zu dimensionieren.

Ist die **Umgebungstemperatur höher als +35°C**, so muss die Leistungsaufnahme reduziert werden. Diese Reduktion der elektrischen Leistungsaufnahme zieht eine Reduktion der Magnetkraft nach sich.

6. Zeitbegriffe und Nennbetriebsarten

6.1. Einschaltdauer

Die **Einschaltdauer** ist die Zeit, die zwischen dem Einschalten und dem Ausschalten des Erregerstromes liegt.

6.2. Stromlose Pause

Die **stromlose Pause** ist die Zeit, die zwischen dem Ausschalten und dem Wiedereinschalten des Erregerstromes liegt.

6.3. Spieldauer

Die **Spieldauer** ist die Summe aus Einschaltdauer und der stromlosen Pause. Die Spieldauer der ISLIKER MAGNETE beträgt 300 Sekunden. Bei Miniatur- und Kleinmagneten ist die Spieldauer auf 30 Sekunden begrenzt. (DIN VDE 0580)

6.4. Relative Einschaltdauer (% ED)

Die **relative Einschaltdauer (% ED)** ist das prozentuale Verhältnis der Einschaltdauer zur Spieldauer und wird wie folgt berechnet:

$$\% ED = \frac{\text{Einschaltdauer}}{\text{Einschaltdauer} + \text{stromlose Pause}} \times 100$$

(= Spieldauer)

5. Voltage, current and electrical power

5.1. Voltage

The voltage and power consumption shown in the data sheets are, if not otherwise indicated, by direct current arithmetical mean values.

The **nominal voltage** V_N is the supply voltage. The values given in the data sheets for solenoid force and power consumption are generally based on **nominal voltage of 24VDC**. With other nominal voltages the solenoid force shown in the data sheets can differ because of different insulation amounts in the coil as well upward (mostly by <24VDC) or downwards (mostly by >24VDC). At 230VDC up to 10%.

5.2. Tolerance of the supply voltage

The tolerance for nominal supply voltage for DC solenoids is **±10%** (acc. IEC 60038).

5.3. Current

The **nominal current** I_N is the current that results at nominal voltage and the solenoid temperature at +20°C.

$$I_N = \frac{P_N}{V_N} = \frac{V_N}{R_{20}}$$

The values of the solenoid force as shown in the data sheets are obtained at 90% nominal voltage and warm coil resistance R_W with the **testing current** I_{pr} .

$$I_{pr} = \frac{0.9 \times V_N}{R_W}$$

5.4. Electrical power

The values of **nominal power consumption** P_N as shown in the data sheets are measured with a voltage of 24VDC, with a cold solenoid. The **power consumption at operating temperature is about 35% lower**.

If application needs a rectifier, it has to be dimensioned to the cold solenoid, means P_N , as shown in the data sheets.

The power consumption must be reduced, if the ambient **temperature exceeds +35°C**. This reduction of the power consumption causes a reduction of the solenoid force.

6. Duty cycle and nominal operational modes

6.1. Time on

Time on is the time between switching on and switching off the operating current.

6.2. Time off

Time off is the time between switching off the operating current and switching on again.

6.3. Cycle time

Cycle time is the sum of time on and time off. The cycle time of ISLIKER solenoids is 300 seconds. DC miniature and DC small solenoids however have a cycle time of only 30 seconds. (DIN VDE 0580)

6.4. Duty cycle (%)

Duty cycle is the percentage of the time on to the cycle time. It is calculated as follows:

$$\text{duty cycle (\%)} = \frac{\text{time on}}{\text{time on} + \text{time off}} \times 100$$

(= cycle time)

6.5. Schalthäufigkeit

Die **Schalthäufigkeit**, d.h. die maximal zulässige Schaltzahl pro Zeiteinheit, ist bestimmt durch die Anzugs- und Abfallzeiten, abhängig von der Art der Belastung, Rückstellkraft und Grösse des Magneten.

6.6. Nennbetriebsarten

Die ISLIKER MAGNETE können für verschiedene Betriebsarten ausgelegt werden.

Bei **Dauerbetrieb** ist die Einschaltdauer so lang, dass die Beharrungstemperatur (DIN VDE 0580) praktisch erreicht wird.

Bei **Aussetzbetrieb** wechseln Einschaltdauer und stromlose Pause in regelmässiger oder unregelmässiger Folge, wobei die Pausen so kurz sind, dass sich der Elektromagnet nicht auf seine Bezugstemperatur (DIN VDE 0580) abkühlt.

Als **Kurzzeitbetrieb** gilt der Betrieb, bei dem die Einschaltdauer so kurz ist, dass die Beharrungstemperatur nicht erreicht wird. Die stromlose Pause ist so lang, dass sich der Elektromagnet praktisch auf die Bezugstemperatur abkühlt.

7. Auswahl und Dimensionierung der Magnete

Die **Dimensionierung des Magneten** erfolgt über die **Hubarbeit** und der **relativen Einschaltdauer**. Der Konstrukteur bestimmt vorderhand die Hubarbeit. Unter der gewünschten relativen Einschaltdauer wird derjenige Magnet bestimmt, dessen Hubarbeit ca. 30% grösser ist als der berechnete Wert (Kraftreserve).

Der Hub entspricht nicht immer dem gewünschten Hub, aber in fast allen Fällen kann die Kraftübertragung so ausgelegt werden, dass der ganze Hub des Magneten ausgenützt werden kann (z.B. über einen Hebel).

In speziellen Fällen kann die Hub-Kraft Charakteristik des Magneten den spezifischen Bedingungen der Anwendung angepasst werden.

Für den **Dauerbetrieb** muss der Magnet mit 100% ED ausgelegt werden.

Für den **Aussetzbetrieb** kann der Magnet mit einer wesentlich höheren elektrischen Leistung betrieben werden. Daraus resultiert eine grössere Magnetkraft im Vergleich zum Dauerbetrieb oder es kann ein kleinerer Magnet ausgewählt werden für die benötigte Hubarbeit. Die nach DIN VDE 0580 geltenden Vorzugswerte der relativen Einschaltdauer sind massgebend für die zulässig zu installierende Leistung.

Die **Maximalwerte der Einschaltdauer** sind aus Tab. 1 ersichtlich für 300 Sekunden Spieldauer, respektive 30 Sekunden für Miniatur- und Kleinmagnete. Diese Werte dürfen nicht überschritten werden. Geschieht dies dennoch, so ist der Magnet für die nächst höhere, relative Einschaltdauer auszuwählen.

relative Einschalt-dauer	maximal zulässige Einschaltdauer [s]	
	300s Spieldauer - Economymagnete - Industriemagnete - Drehmagnete - Haftmagnete	30s Spieldauer - Miniaturmagnete - Kleinmagnete
100%	Dauerbetrieb	Dauerbetrieb
40%	max. 120s	max. 12s
25%	max. 75s	max. 7.5s
15%	max. 45s	max. 4.5s
5%	max. 15s	max. 1.5s

Tab.1: Einschaltdauer für ISLIKER Standardmagnete

6.5. Operating frequency

The **operating frequency** i.e. the maximum number of operations per time unit is limited by the time spent in motion and it also depends on the load, return force and the size of the solenoid.

6.6. Nominal operational modes

The ISLIKER solenoids are designed for different nominal operational modes.

Continuous operation is an operation for which time on is so long that almost steady-state temperature is reached (DIN VDE 0580).

Intermittent operation is an operation in which time on and time off interchange in a regular or irregular sequence, and where the time off is so short that the solenoid does not cool down to base temperature (DIN VDE 0850).

Short time operation is an operation in which the time on is so short that steady-state temperature is not reached and time off is so long that the solenoid cools down almost to base temperature.

7. Selection of the solenoid dimension

The **selection of the size of a solenoid** is made by the required **work done** and **duty cycle**. The design engineer determines first the required work done. The work done is increased by in order to allow for additional friction, then this value is looked up in the column of the previously determined duty cycle.

The stroke of the now determined solenoid does not always correspond with the desired stroke. However, the stroke as required by the application, can in nearly all cases be adjusted to the standard stroke of the solenoid to take advantage of the solenoid's full work done (i.e. by a lever).

In extraordinary cases the stroke-force characteristic of the solenoid can be adapted to the special conditions of the application.

For **continuous operation** the solenoid must have 100% duty cycle.

Intermitted operation of the solenoid allows the use of higher electrical power supply, which results in higher solenoid force compared to a solenoid for continuous operation, or a smaller solenoid may be selected for the required work done. The maximum of installed power is selected according to the nominal duty cycles of DIN VDE 0580.

The **maximal permissible time on**, according to Tab.1 must not be exceeded, considering the cycle time of 300 respective 30 seconds for miniature and small solenoids. If the permissible time on exceeds this value, a solenoid of the next higher duty cycle must be selected.

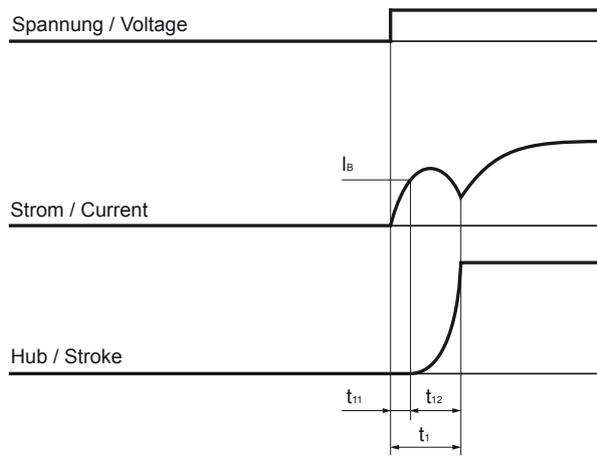
duty cycle	maximal permissible time on [s]	
	300s cycle time - Economy solenoids - Industrial solenoids - Rotary solenoids - Electro magnets	30s cycle time - Miniature solenoids - Small solenoids
100%	continuous operation	continuous operation
40%	max. 120s	max. 12s
25%	max. 75s	max. 7.5s
15%	max. 45s	max. 4.5s
5%	max. 15s	max. 1.5s

Tab.1: Duty cycle of ISLIKER standard solenoids

8. Ein- und Ausschaltvorgang, Anzugs- und Abfallzeiten und deren Beeinflussungsmöglichkeiten

8.1. Einschaltvorgang (Fig. 2)

Beim **Einschalten der Erregerwicklung** des Magneten steigt der Strom entlang einer e-Funktion an, weil durch die Ruhelage des Ankers die Induktivität der Spule konstant ist. Der Strom steigt nun an, bis er den Wert I_B erreicht. Daraufhin setzt sich der Anker mit der angehängten Last in Bewegung. Während der Hubbewegung steigt die Induktivität, indem der Anker den Luftspalt stetig verkleinert und dadurch den Eisenkreis schlussendlich schliesst. So ergibt sich eine Erhöhung der Impedanz, welche eine Abnahme des Stromes zur Folge hat. Nach Erreichen der Hubendlage bleibt die Induktivität konstant. Der Strom steigt gemäss einer e-Funktion auf den Nennwert.



t_1 = Anzugszeit / Operate time
 t_{11} = Ansprechzeit / Set delay time
 t_{12} = Hubzeit / Stroke time

Fig. 2: Einschaltvorgang / Switching-on procedure

8.2. Ausschaltvorgang (Fig. 3)

Beim **Ausschaltvorgang** muss die im Magneten gespeicherte Energie vernichtet werden. Das Öffnen der Schaltkontakte hat einen Lichtbogen zur Folge, über welchem dem Magneten anfänglich noch Energie zufließt. Nachdem der Lichtbogenwiderstand jedoch einen gewissen Wert erreicht hat, setzt eine Umkehr des Energieflusses ein. Zu diesem Zeitpunkt hat die Spannung den Nullpunkt erreicht. Der Strom behält seine Richtung bei und nimmt weiter ab. Die Spannung strebt nun bei umgekehrter Energierichtung einem negativen Höchstwert zu. Damit erreicht der Strom einen Nullwert, und der Lichtbogen erlischt. Die Spannung klingt nunmehr gemäss einer e-Funktion ab. Während des nun einsetzenden Ankerrücklaufes und der damit verbundenen Induktivitätsänderung steigt die negative Spannung nochmals leicht. Diese Spannungsspitze ist jedoch bedeutend kleiner als die vorhergehende. Die Höhe der Abschaltspannungsspitze ist im wesentlichen vom Energieinhalt der Spule des Magneten und von der Öffnungsgeschwindigkeit des Stromkreises abhängig.

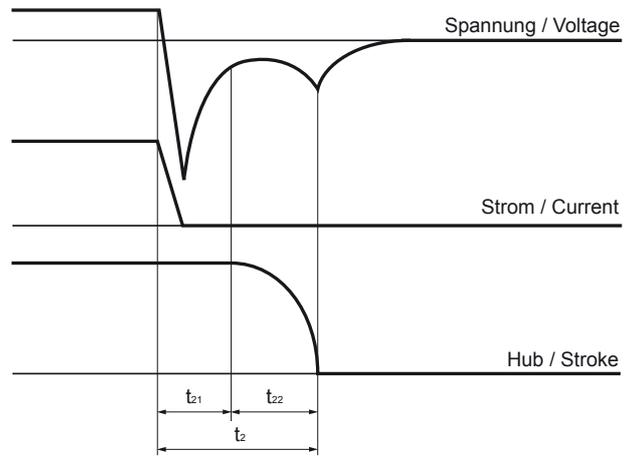
8.3. Anzugs- und Abfallzeiten

Die **Anzugszeit** ist die Zeit vom Einschalten des Erregerstromes bis zum Erreichen der Hubendlage. Die **Abfallzeit** ist die Zeit vom Ausschalten des Erregerstromes bis zum Erreichen der Hubanfangslage. Die Werte in den technischen Unterlagen für die Anzugs- und Abfallzeiten sind Richtwerte und gelten für eine **Nennspannung von 24VDC**, bei **betriebswarmen Magneten** und bei einer **Belastung mit 70%** der angegebenen Magnetkraft.

8. Switching-on and switching-off procedure, operate and release time, possibilities of influence

8.1. Switching-on procedure (Fig. 2)

As soon as the **exciting coil has been switched on**, the current increases, according to an e-function, the inductivity of the coil being constant, since the plunger stays at its resting position. As the current increases till it reaches the I_B value the plunger begins to move with its load. The inductivity increases during the movement, as the plunger closes the magnetic circuit. The increase of the actual impedance during the movement of the plunger reduces the current. The inductivity remains constant as the plunger reaches its final position. From this moment on the current increases according to an e-function to its nominal value.



t_2 = Abfallzeit / Release time
 t_{21} = Abfallverzug / Reset delay time
 t_{22} = Rücklaufzeit / Return time

Fig. 3: Ausschaltvorgang / Switching-off procedure

8.2. Switching-off procedure (Fig. 3)

The energy held back within the solenoid has to be neutralized by **disconnecting the solenoid from the supply voltage**. Opening the contacts of the switch causes a spark. The solenoid still receives energy over this spark at the beginning of the movement of the contacts. However, as soon as the resistance of the spark reaches a certain value the voltage across the spark reaches zero and a return of energy commences. The current still keeps its direction but diminishes more and more. The voltage, with an opposite polarity, surges to its most extreme negative value, the current arrives at zero and the spark extinguishes. The voltage of the coil is now reduced according to an e-function, with the plunger still in the active position. With the beginning of the return of the plunger and accordingly the change of the inductivity, the negative voltage is considerably less significant than the one at zero current. The negative switching-off voltage summit depends thus on the energy of the solenoid as well as on the opening speed of the contacts of the switch.

8.3. Operate and release time

Operate time is the time from switching-on the coil until the armature reaches the end of the stroke. **Release time** is the time between switching-off the current until the start position of the plunger is reached. The times given in the data sheets are standard values at **nominal voltage of 24VDC**, for a **warm solenoid** and with a **load of 70%** of the solenoid force.

8.4. Verkürzung der Anzugszeit durch Übererregung

Bei der Übererregung wird durch kurzzeitige erhöhte Anschlussspannung die Magnetkraft erhöht und damit die Anzugszeit verkürzt. Die Übererregung darf jedoch nur solange andauern, wie dies für die Funktion unbedingt erforderlich ist, da sonst die Erregerwicklung durch Überhitzung zerstört werden kann. Nach erfolgter Hubbewegung muss die Spannung auf den zulässigen Wert, welcher der relativen Einschaltdauer entspricht, herabgesetzt werden.

8.5. Schnellerregung mittels Vorwiderstand (Fig. 4)

Bei der **Schnellerregung** wird durch das Vorschalten eines Widerstandes R_V der Gesamtwiderstand vergrößert. Dabei wird die für den Stromanstieg entscheidende elektromagnetische Zeitkonstante verringert und somit die Anzugszeit des Magneten entsprechend verkürzt.

Die Grösse des Vorwiderstandes R_V ergibt sich aus dem ohmschen Spulenwiderstand R_{20} durch die Beziehung:

$$R_V = R_{20} \times \frac{U_A - U_N}{U_N}$$

U_A = Anschlussspannung
 U_N = Nennspannung des Magneten

Soll die Anzugszeit z.B. nur 60% des Listenwertes betragen, dann muss die Netzspannung, entsprechend Fig. 5, um den Faktor 2.5 erhöht werden. Daraus ergibt sich R_V als:

$$R_V = R_{20} \times \frac{2.5 \times U_N - U_N}{U_N} = R_{20} \times 1.5$$

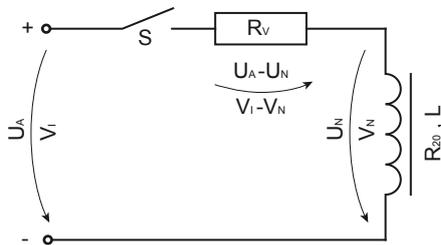


Fig. 4: Schnellerregung / Fast excitation

8.6. Abfalldämpfung (Fig. 6)

Eine Abfallverzögerung des Magneten kann durch Schalten einer Diode und einem Widerstand in Serie, parallel zum Magneten erreicht werden. Erfahrungsgemäss sollte der Parallelwiderstand zwischen dem ein bis 4-fachen Wert des ohmschen Magnetwiderstandes liegen.

Die Berechnung des Parallelwiderstandes R_P für eine gewünschte Abfallverzögerung wird an folgendem Beispiel gezeigt: Die Abfallzeit soll auf den doppelten Wert erhöht werden, was ein Widerstandsverhältnis von 1.7 ergibt (Fig. 7).

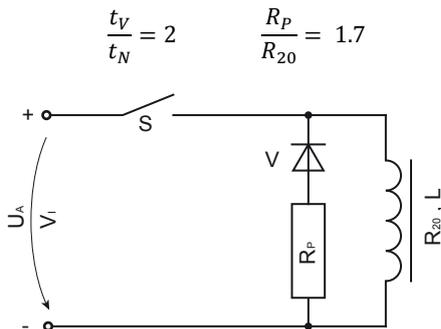


Fig. 6: Abfalldämpfung / Increase of release time

8.4. Shortening the operating time by a higher voltage impulse

The solenoid force can be increased with a short impulse of a higher supply voltage thus the operate time is shortened. This impulse must last only as long as absolutely necessary to perform the required function, otherwise the coil will be damaged. After reaching the end of stroke position the supply voltage must be reduced to its maximum permissible voltage as determined by the duty cycle of the solenoid.

8.5. Fast excitation by a series resistance (Fig. 4)

The total resistance will be increased by adding a resistance in series with the solenoid. The electromagnetic time constant, decisive for the momentary increase of current, will be decreased correspondingly thus decreasing the operating time of the solenoid.

The value of the series resistance R_V is calculated from the nominal ohmic solenoid resistance R_{20} by the following formula:

$$R_V = R_{20} \times \frac{V_I - V_N}{V_N}$$

V_I = Input voltage
 V_N = Nominal voltage of the solenoid

If, for example, the operate time must be only 60% of its nominal value, then it is necessary, to increase the supply voltage by a factor of 2.5 as found in Fig. 5. Then R_V is calculated as:

$$R_V = R_{20} \times \frac{2.5 \times V_N - V_N}{V_N} = R_{20} \times 1.5$$

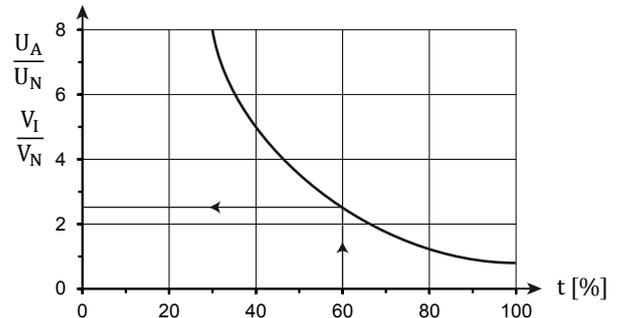


Fig. 5: Umrechnungsfaktor / Conversion factor

8.6. Increasing the release time (Fig. 6)

A certain delay in armature movement of the solenoid can be obtained by a diode and a resistance in series, parallel to the solenoid. The parallel resistance should be determined by tests and it should be between one to 4 times the value of the ohmic solenoid resistance.

The calculation of the parallel resistance R_P for a required delay of armature movement is shown on the following example: The release time has to be doubled which gives us a resistance ratio of 1.7 (Fig. 7).

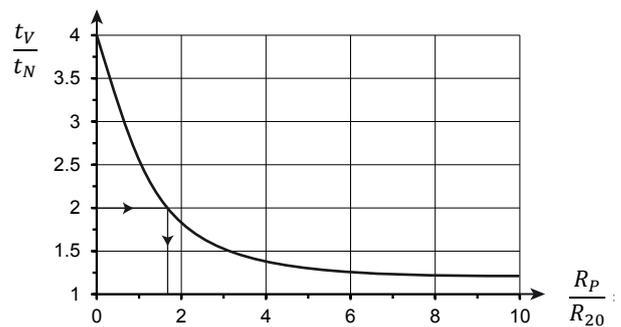


Fig. 7: Widerstandsverhältnis / Resistance ratio

8.7. Bedämpfung von Abschaltüberspannungen

Die Induktivität verursacht besonders bei grösseren Gleichstrommagneten hohe Abschaltüberspannungen, die zum Durchschlagen der elektrischen Isolation führen können.

Besonders unerwünscht ist die Abschaltüberspannung, wenn der Magnet elektronisch angesteuert wird, da die Spannungsspitzen zur Zerstörung der Halbleiterbauelemente führen können.

8.7.1. Diode mit Zenerdiode (Fig. 8)

Die Zenerdiode ist nur dann wirksam, wenn die Abschaltüberspannung grösser als die Zenerspannung ist. Die Diode sorgt dafür, dass in Durchlassrichtung kein Strom über die Zenerdiode fliessen kann.

- Vorteile:
- sehr kurze Abfallzeiten
 - geringe Überspannungsspitzen
 - definierte Überspannungsspitzen

Nachteile: - nur für kleine elektrische Leistungen geeignet

8.7.2. Varistorbeschaltung (Fig. 9)

Der Varistor wird so ausgelegt, dass er bei der Nennspannung U_N einen sehr hohen Widerstand besitzt. Der Widerstand des Varistors verringert sich aber erheblich bei Auftreten der Abschaltüberspannung.

- Vorteile:
- preiswert
 - geringe Abfallverzögerung

Nachteile: - nicht geeignet für hohe Schaltfrequenzen

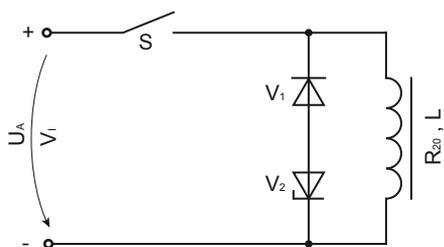


Fig. 8: Schaltung mit Zenerdiode / Zener diode circuit

8.7.3. Brückengleichrichter

Wird die Schaltung wechselstromseitig vorgenommen, so wird die Abschaltüberspannung vollständig gedämpft.

- Vorteile:
- preiswert
 - geeignet für alle elektrischen Leistungen

Nachteile: - grosse Abfallverzögerung

8.7.4. RC-Glied (Fig. 10)

- Vorteile:
- geringe Schaltüberspannungen
 - geringe Abfallverzögerung

Nachteile: - mit zunehmender elektr. Leistung aufwendig

8.7.5. Freilaufdiode (Fig. 11)

- Vorteile:
- preiswert
 - sehr guter Kontaktschutz

Nachteile: - grosse Abfallverzögerung

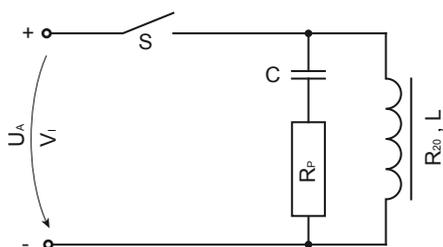


Fig. 10: Beschaltung mit RC-Glied / RC module circuit

8.7. Damping of voltage spikes

DC solenoids and particularly large ones, show the phenomenon of reverse polarity voltage spikes when the operating current is disconnected. They are able to damage coil insulation.

This situation is aggravated with semiconductor switches as the switching times are very short and the semiconductor devices themselves are very sensitive to voltage spike destruction.

8.7.1. Diode with zener-diode (Fig. 8)

The zener-diode is only effective as long as the value of the spike to be switched off is higher than the zener voltage. The additional diode ensures that no current flows via the zener diode in the conducting direction.

- Advantages:
- very short release time
 - small transient voltage
 - defined transient voltage

Disadvantages: - for small electrical power only

8.7.2. Varistor method (Fig. 9)

The varistor has a high resistance at nominal voltage V_N . However when the voltage spike occurs the resistance of the varistor drops considerably, thus damping the peak voltage.

- Advantages:
- low priced
 - delay time increased only moderately

Disadvantages: - not qualified for high switching frequency

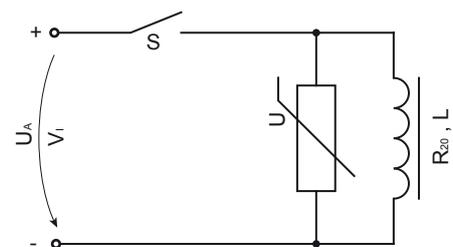


Fig. 9: Varistorbeschaltung / Varistor circuit

8.7.3. Bridge rectifier

If switching-on and -off is done on the AC side of the rectifier, any switch-off spikes are damped completely.

- Advantages:
- low priced
 - qualified for any electrical power

Disadvantages: - high release time

8.7.4. RC module (Fig. 10)

- Advantages:
- small switch-off spikes
 - small delaying armature movement

Disadvantages: - costly with increasing electrical power

8.7.5. Recovery diode (Fig. 11)

- Advantages:
- low priced
 - efficient switch contact protection

Disadvantages: - high release time

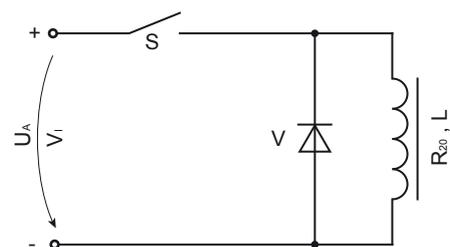
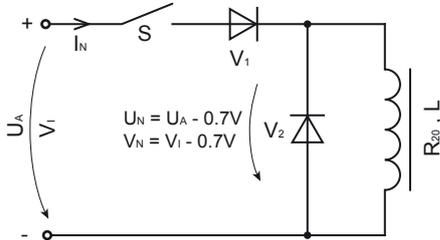


Fig. 11: Schaltung mit Freilaufdiode / Recovery diode circuit

8.8. Freilaufdiode mit Verpolschutz (Fig. 12)

Häufig wird zur Freilaufdiode zusätzlich eine **Verpolschutz Diode** eingebaut. Diese verhindert bei einem versehentlich verkehrt angeschlossenen Magneten einen Kurzschluss auf der Zuleitung und somit die Zerstörung der Freilaufdiode. Die Verpolschutzdiode ist gemäss dem Nennstrom des Magneten zu dimensionieren.



9. Temperaturen und thermische Klassen

9.1. Umgebungstemperatur

Die **Umgebungstemperatur** ist die Durchschnittstemperatur für Betriebsmittel an definierten Stellen seiner Umgebung.

9.2. Beharrungstemperatur

Die **Beharrungstemperatur** stellt sich ein, wenn sich zu- und abgeführte Wärme im Gleichgewicht halten.

9.3. Bezugstemperatur

Die **Bezugstemperatur** für Elektromagnete beträgt normalerweise **+35°C**. Sie kann abweichen entsprechend ob der Magnet an Maschinenteile montiert wird, welche eine höhere oder tiefere Temperatur haben.

9.4. Abweichende Bezugstemperatur

Die Magnete sind auch bei **abweichender Bezugstemperatur** einsetzbar, wenn die zulässige ED mit dem entsprechenden Umrechnungsfaktor multipliziert wird. Zur Ermittlung der relativen ED dient Fig. 13.

Beispiel:

Ein Magnet mit 40% ED soll bei einer Beharrungstemperatur von **+50°C** eingesetzt werden. Mit Hilfe der Fig. 13 ergibt sich der Faktor 0.8 für die maximal zulässige Betriebs-ED:

$$40\% ED \times 0.8 = 32\% ED$$

9.5. Thermische Klassen

Die Isolierstoffe sind gemäss DIN VDE 0580 entsprechend ihrer Temperaturbeständigkeit in thermische Klassen eingeteilt.

Die **Grenztemperatur** ist die für die Wicklung und andere Isolierstoffe maximal zulässige Temperatur.

Die **Grenzübertemperatur** ist die Differenz aus Grenztemperatur minus Bezugstemperatur (normal **+35°C**) sowie aus einer Heisspunktdifferenz von **5°C** (Tab. 2).

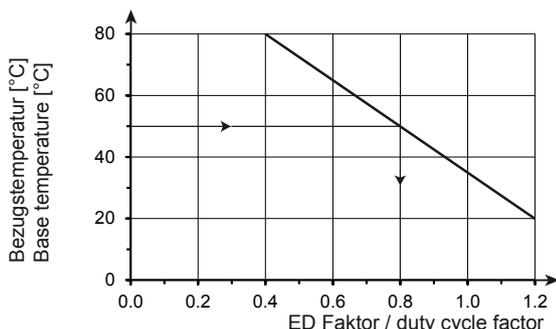


Fig. 13: ED Korrekturfaktor / Duty cycle correcting factor

8.8. Recovery diode with protection (Fig. 12)

To the recovery diode usually there is build in a **protection diode**. This protection diode will prevent a short circuit and in same time a damage of the recovery diode in case of a wrong polarity of supply voltage. The protection diode has to be applied according the nominal current of solenoid.

Fig. 12: Beschaltung mit Freilaufdiode und Verpolschutz
Recovery diode with protection circuit

9. Temperatures and thermal classes

9.1. Ambient temperature

Ambient temperature is the mean temperature of the environment of the solenoid.

9.2. Steady-state temperature

Steady-state temperature will result when supplied and dissipated heat hold themselves in balance.

9.3. Base temperature

Base temperature of a solenoid is normally **+35°C**. It can be different if the solenoid is fitted to machine components which has a higher or lower temperature.

9.4. Different base temperature

The solenoids can also be used in environments with **different base temperature**. In this case the duty cycle must be modified by a suitable factor. The diagram of the correcting factor of the duty cycle is given in Fig. 13.

Example:

A solenoid with 40% duty cycle is to be used at a base temperature of **+50°C**. With Fig. 13 the correcting factor is found to be 0.8 and so the maximum allowed duty cycle will be:

$$40\% \text{ duty cycle} \times 0.8 = 32\% \text{ duty cycle}$$

9.5. Thermal classes

The insulation materials used are according to DIN VDE 0580 which grades these materials into thermal classes (Tab. 2).

Temperature limit is the highest permissible temperature of a solenoid or any part of it.

The **over temperature limit** is the difference between the temperature limit and the base temperature (usually **+35°C**) including a superheat difference of **5°C**.

Thermische Klasse Thermal class	Grenztemperatur Temperature limit	Grenzübertemperatur Over temperature limit
Y	90°C	50K
A	105°C	65K
E	120°C	80K
B	130°C	90K
F	155°C	115K
H	180°C	160K
200	200°C	160K

Tab. 2: Thermische Klassen / Thermal classes (DIN VDE 0580)

10. Elektrische Ansteuerarten

10.1. Ansteuerung Gleichspannung

Die ISLIKER MAGNETE sind Gleichstrommagnete und können direkt mit Gleichspannung betrieben werden.

10.2. Ansteuerung Wechselspannung

Die **maximal zulässigen Ströme für Magnete mit eingebauten Gleichrichtern** sind unbedingt zu beachten.

Für höhere Ströme ist ein entsprechend dimensionierter Gleichrichter im Schaltschrank unterzubringen.

10.3. Ansteuerung Pulsweitenmodulation (PWM)

Dabei wird die Gleichspannung der Einspeisung mit Hilfe einer Elektronik in eine gepulste Betriebsspannung umgewandelt. Dies wird mittels eines Mikroprozessors erreicht, der einen Leistungshalbleiter auf einer Leiterplatte ansteuert.

Die Ansteuerung des Magneten ist dabei frei programmierbar. Diese Ansteuerart hat den Vorteil, dass sich die Magneteigenschaften optimal an die jeweilige Anwendung anpassen lassen.

11. Prüfung der Elektromagnete

11.1. Prüfspannung

Sämtliche Magnete werden vor Auslieferung auf ihre Spannungsfestigkeit geprüft. Die Prüfung wird mit sinusförmiger Wechselspannung mit einer Frequenz von 50Hz durchgeführt. Die Höhe der Prüfspannung, aufgezeigt in Tab. 3, richtet sich nach der Nennspannung des Magneten.

Die Prüfspannungen sind gemäss DIN VDE 0580 festgelegt und gelten für die Überspannungskategorie III (EN 60664-1).

Nennspannung	Prüfspannung U_{eff} für Schutzklasse I und III
≤ 50V	500VAC
> 50 ... ≤ 100V	800VAC
> 100 ... ≤ 150V	1'400VAC
> 150 ... ≤ 300V	2'200VAC
> 300 ... ≤ 600V	3'300VAC

Tab. 3: Prüfspannungen gemäss DIN VDE 0580

11.2. Spannungsprüfung

Die **Prüfspannung U_{eff}** wird zwischen der Erregerwicklung und den berührbaren Metallteilen des Gerätes angelegt und für 1s am Prüfling belassen (Standard Magnete bis $U_N < 600V$).

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn weder Durchschlag noch Überschlag auftritt.

11.3. Wiederholte Spannungsprüfung

Die bei ISLIKER MAGNETE durchgeführte Spannungsprüfung soll **nicht wiederholt** werden. Eine allfällige zweite Prüfung darf nur mit 80% der definierten Prüfspannung gemäss DIN VDE 0580 vorgenommen werden.

12. Lebensdauer

Die Lebensdauer der Gleichstrommagnete (Anzahl Schaltspiele) ist nicht nur von der Bauart, sondern auch in starkem Masse von äusseren Bedingungen, wie Art und Höhe der Belastung und der Einbaulage, abhängig.

Eine optimale Lebensdauer wird erreicht, wenn der Magnet mit maximal 75% seiner Nennkraft beaufschlagt wird.

Mit PTFE-Lagern ausgerüstete Magnete dürfen nicht geschmiert werden, da dadurch die Lebensdauer der Lager herabgesetzt wird und die Lagerstellen zum Kleben neigen.

10. Electrical control modes

10.1. DC control mode

ISLIKER solenoids are DC solenoids and can be operated directly by direct current.

10.2. AC control mode

The values for maximum admissible current for solenoids with built-in rectifier must be respected.

For higher currents please install higher rated rectifiers in the control box.

10.3. Pulse width modulation (PWM) control mode

In this case the direct current of power supply will be converted with the help of an electronic system to a pulsed voltage signal. This conversion is realised by a microprocessor controlling a power semiconductor device.

Thereby it's possible to control the solenoid individually. This control mode has the advantage that solenoid characteristics can be adapted to the respective application.

11. Test specification

11.1. Test voltage

All solenoids are tested for their dielectric strength before they leave the factory. The test voltage is a alternating voltage with a frequency of 50Hz with a value dependent on nominal voltage of solenoid as shown in Tab. 3.

Test voltages are defined according DIN VDE 0580 and applies to overvoltage category III (EN 60664-1).

Nominal voltage	Test voltage V_{eff} for protection classes I and III
≤ 50V	500VAC
> 50 ... ≤ 100V	800VAC
> 100 ... ≤ 150V	1'400VAC
> 150 ... ≤ 300V	2'200VAC
> 300 ... ≤ 600V	3'300VAC

Tab. 3: Test voltages according DIN VDE 0580

11.2. Voltage testing

The **test voltage V_{eff}** is applied between the solenoid body and the coil windings for a period of 1s. (For standard products with nominal voltages up to 600V)

The test is passed when no breakdown of the insulation occurs.

11.3. Repeat voltage testing

The voltage testing by ISLIKER MAGNETE **must not be repeated**. A second test, performed on special customer request, should only be conducted at 80% of the previous test voltage (according DIN VDE 0580).

12. Lifetime expectancy

The lifetime expectancy of the DC solenoids depends not only on design, but also to a considerable extent on external conditions, radial loads, dust of various kinds, are specially harmful, and reduce the normal lifetime expectancy considerable.

To achieve a high lifetime expectancy, apply solenoid with a maximum of 75% of his nominal force.

Solenoids designed with PTFE-bushings must not be lubricated under any circumstances otherwise the lifetime of the bushings will be reduced.

13. Hinweise zum Einbau von Elektromagneten

13.1. Montagehinweise

Der **Magnetanker** ist mit dem zu betätigenden Maschinenteil durch Laschen oder Gabelkopf, **auf keinen Fall starr**, sondern gelenkig, mit allseitigem Spiel, mechanisch zu verbinden. Grundsätzlich können die Elektromagnete in beliebiger Einbaulage eingesetzt werden.

Um eine lange Lebensdauer zu erreichen ist zu beachten, dass die Kräfte **in axialer Richtung** abgenommen werden.

Für die Befestigung sind die aus den Datenblättern ersichtlichen Gewindebohrungen vorgesehen. Es ist darauf zu achten, dass die **Befestigungsschrauben nicht zu lang** sind und gemäss der in den Datenblättern angegebenen **Einschraubtiefen** gewählt werden, da sonst die Magnetspule beschädigt werden kann.

Bei **Drehmagneten** ist die **Drehbewegung der Achse extern zu begrenzen**. Dabei sind grössere, in Achsrichtung wirkende Kräfte, zu vermeiden.

13.2. Inbetriebsetzung

Die Nennspannung auf dem Typenschild muss mit der Anschlussspannung übereinstimmen (der Spannungsabfall in der Zuleitung ist zu beachten).

13.3. Rückstellung des Ankers

Eine extern angebrachte Rückstellfeder ist so auszuwählen, dass deren Federkennlinie der Hub-Kraft Kennlinie des Magneten angepasst ist.

13.4. Fremde Eingriffe oder Veränderungen

Eine **nachträgliche Bearbeitung an Elektromagneten ist nicht erlaubt**, da durch das Eindringen von Bohr- und Feilspänen die Funktion des Gerätes empfindlich gestört werden kann. **In solchen Fällen übernimmt ISLIKER MAGNETE keine Garantie.**

14. Schutzarten

Die in den Datenblättern angegebenen Schutzarten sind gemäss EN 60529 bezeichnet. Sie definieren den Umfang des Schutzes durch ein Gehäuse gegen den Zugang von gefährlichen Teilen (Personenschutz), gegen Eindringen von Festkörpern und/oder gegen Eindringen von Wasser. Die Schutzart wird mittels IP-Code angegeben.

Schutzart	Schutzumfang (1 ^{te} Ziffer: Festkörperschutz / 2 ^{te} Ziffer: Wasserschutz)
IP00	0: kein Schutz
	0: kein Schutz
IP20	2: Fingerschutz, Fremdkörper ≥ Ø12mm
	0: kein Schutz
IP40	4: Drahtschutz, Fremdkörper ≥ Ø1mm
	0: kein Schutz
IP65	6: Vollständiger Schutz, Staubdicht
	5: Schutz gegen Strahlwasser aus beliebigem Winkel

Tab. 4: Schutzarten gemäss EN 60529

15. Sonderausführungen

Sonderausführungen sind auf Kundenwunsch lieferbar. Wenn Sie das Gewünschte nicht finden, bitten wir um Rückfrage. Wir beraten Sie gerne!

13. General mounting instructions

13.1. Mounting instructions

The **plunger** of solenoid and the machine part to be operated, should be connected by bracket or steering heads, **in no case a rigid connection should be made**. Solenoids can be mounted in any position, the shaft upright horizontal, or any position desired.

To improve mechanical lifetime expectancy the load must be **in line** with the plunger, side loads must be kept to a minimum.

A multitude of tapped holes are provided to allow a variety of mounting positions. The **fixing screws should not exceed the maximum admissible length** as shown on the respective solenoid data sheets, otherwise damage to the coil may occur.

The **rotating motion** of the solenoids should be **limited by external buffers** in order to get a high lifetime expectancy. Stronger forces in axial direction should be limited by external devices.

13.2. Connecting the solenoid to power supply

The nominal voltage indicated on the type plate must correspond to the operating voltage (be aware of voltage drop because of long supply lines).

13.3. Return movement of the plunger

The plunger has to be brought into the starting position by external means, like springs, in a way that it corresponds to the stroke-force characteristics.

13.4. Adaptions and changes to the solenoid

Machining of the solenoid itself is prohibited since its function may be jeopardized. **In such cases any guarantee from ISLIKER MAGNETE is void.**

14. Degrees of protection

The protection classes mentioned in the data sheets are designated in accordance with EN 60529. They define the extent of protection provided by an enclosure against access to hazardous parts (protection of person), against ingress of solid foreign objects and/or against ingress of water. The degree of protection is indicated by the IP-Code.

Degree of protection	Scope of protection (1 st digit: solid foreign objects / 2 nd digit: water ingress)
IP00	0: no protection
	0: no protection
IP20	2: finger protection, foreign objects ≥ Ø12mm
	0: no protection
IP40	4: wire protection, foreign objects ≥ Ø1mm
	0: no protection
IP65	6: total protection, dustproof
	5: protection against water jet from all directions

Tab. 4: Degrees of protection according EN 60529

15. Special models

Special types of solenoid are available on request. Should you not find a solenoid which performs your specific application, please contact us!