**Elektrotechnik Zusammenfassung**

**1. Grundlagen**

**Ladung:** Die sogenannten Teilchen können positiv oder negativ geladen sein. Zwischen den Teilchen entsteht durch diese Ladung (ähnlich wie bei einem Magneten) eine Kraft, wodurch sie sich abstoßen oder anziehen. Diese Kraft nennt man Coulombkraft. Die elektrische Ladung wird in Coulomb, oder Amperesekunden gemessen (1C = 1As). Die Elementarladung eines Elektrons beträgt .

**Elektrisches Feld:** Ladung Q übt auf eine positive Probeladung q eine Kraft F aus. Bewegt sich diese Probeladung gilt für die elektrische Feldstärke: .

**Elektrischer Strom:** Als elektrischer Strom wird eine Bewegung von Teilchen in eine Richtung (ähnlich wie Wasser oder Luft) beschrieben. Die physikalische Stromrichtung dieser Teilchen ist vom Minuspol zum Pluspol. Man kann die Stromstärke berechnen durch (Einheit A = Ampere).

**Strom- und Spannungsquellen:** Die häufigsten Methoden, um Strom und Spannung zu erhalten sind Galvanische Elemente (Elektroden, Elektrolyt), Batterien (Zink-Kohle-Batterien) oder Akkumulatoren (Blei-Akkumulator). Spannungsquellen liefern eine konstante Spannung, welche im Idealfall zeitlich unbegrenzt ist. Stromquellen liefern einen konstanten Strom, welcher im Idealfall unbegrenzt ist.

**Widerstand und Leitwert:** Herrscht eine Spannung zwischen zwei Polen und diese werden über einen Metallstab (Leiter) verbunden, so gilt für:

* Die Stromstärke (Ohm’sches Gesetz)
* Den spezifischen Leitwert
* Den Leitwert
* Den spezifischen Widerstand
* Den Widerstand

**Kirchhoff’sche Gesetze:** Die Kirchhoff’schen Gesetze umfassen Regeln zu Parallel- und Reihenschaltungen:

* Knotenregel (Parallelschaltung) Alle Ströme, die von einem Knoten abfließen sind in der Summe genauso groß, wie die Summe alle hinfließenden Ströme:
* Maschenregel (Reihenschaltung) Die Potenzialdifferenz eines Systems ist immer gleich null:
* Widerstand (Reihenschaltung):
* Widerstand (Parallelschaltung):

**2. Messtechnik**

**Leiter und Nichtleiter:** Elektrische Leiter enthalten freie Ladungsträger und bieten daher einen sehr geringen Widerstand (Bsp.: Metalle, Kohle). Nichtleiter hingegen besitzen fast keine freien Ladungsträger und haben daher einen sehr hohen Widerstand (Bsp.: Keramik, Kunststoff).

**Messung von Spannung und Strom:** Bei der Messung von Spannung misst man eine Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten im Raum. Die Spannung wird parallel gemessen. Bei der Messung von Strom misst man Spannung als bewegte Ladung. Hierfür muss man das Messgerät in Reihe schalten. Man kann diese Größen (und den Widerstand) mit einem Multimeter messen. Spannungen lassen sich zusätzlich mit einem Oszilloskop darstellen.

**Zusammenhang U, I, R, P:**

**Ein Bild, das Diagramm, Kreis, Reihe, Screenshot enthält.

Automatisch generierte Beschreibung**

**LED:** LEDs sind Licht emitierende Dioden. Sie besitzen meist einen Spannungsabfall von 2V und werden mit 0,02A betrieben. Sollten höhere Spannungen, als 2V anliegen, so muss ein Vorwiderstand angeschlossen werden, da die LED sonst Schaden nehmen kann.

**LDR:** LDR steht für Light Dependent Resistor. Die Idee dahinter ist ein Widerstand, dessen Widerstand bei zunehmender Beleuchtung größer wird. Er liefert daraufhin eine analoge Größe, welche vom Arduino eingelesen werden kann.

**Wertbereichseingang eines Netzteiles:** Netzteile besitzen meist einen Wertbereichseingange, welcher zum Beispiel mit Spannungen zwischen 100 und 240 V arbeiten kann. Dies ist so, damit sie weltweit in verschiedenen Netzen und bei Spannungsschwankungen weiterhin funktionieren.

**Spannungsteiler:** Ein Spannungsteiler ist ein spezieller Aufbau aus Widerständen, welcher die Gesamtspannung des Netzes aufteilt.

**3. Ströme und Schalter**

**Wirkungen des elektrischen Stromes:** Elektrischer Strom hat vielerlei Nebenwirkungen, welche teilweise zu einem großen Energieverlust führen. Es gibt die Wärmewirkung (erhitzen durch Strom), die Lichtwirkung (LED), die magnetische Wirkung (Elektromagnet), die Chemische Wirkung (Elektrolyse) und die Physiologische Wirkung (Stromschlag).

**Magnetische Felder:** Wie ein elektrischen Feld gibt es auch ein magnetisches Feld in der Physik. Diese ist gekennzeichnet durch einen Nord- und einen Südpol, welche nicht trennbar sind. Ein solches magnetisches Feld kann durch Stromfluss erzeugt werden.

**Rechte-Hand-Regel:** Mithilfe der Rechte-Hand-Regel lässt sich die Richtung des Stromes oder die Richtung des Magnetfeldes bestimmen, sobald man eines der beiden kennt:



**Integral von Biot-Savart:** Mithilfe des Integrals von Biot-Savart lässt sich die Magnetfeldstärke an einem beliebigen Punkt im Raum mithilfe des Stromes in der Leiterschleife berechnen. Die Formel an sich ist nicht klausurrelevant.

**Verkettung von Magnetfeld und Strom:** In einem Stromkreis bewegt sich Strom immer in geschlossenen Wegen und auch Magnetfeldlinien sind immer geschlossen. Also sind Stromlinien und Magnetfeldlinien verkettet. Daraus folgt die Überlegung, dass magnetischer Fluß durch die Fläche einer Stromlinie und Strom durch Fläche einer Magnetfeldlinie dargestellt werden kann. Ampere’sches Durchflutungsgesetz:

**Spule:** Eine Spule besteht aus mehreren Leiterschleifen, welche hintereinander gewickelt werden. Sie hat die Länge l, den Querschnitt A, die Windungszahl N und einen inneren Kern oder keinen. Für das Magnetfeld im inneren gilt: . Für die magnetische Flussdichte hingegen gilt: , wobei und in Luft beträgt.

**Induktion:** Befindet sich eine Leiterschleife in einem sich verändernden Magnetfeld, so wird dort eine Spannung induziert. Die induzierte Spannung lässt sich berechnen durch

**Transformator:** Ein Transormator besteht aus einem leitfähigen Innenteil, um den zwei Spulen gewickelt sind. Mit einem Transormator lassen sich Spannungen erhöhen oder verringern, hierbei gilt .

Hierbei ist es wichtig zu beachten, dass der Transformator nur mit Wechselspannung funktioniert. Durch die Wechselspannung in der ersten Spule wird nämlich ein elektromagnetisches Feld erzeugt, welches in der zweiten Spule eine Wechselspannung induziert. Da Induktion nur durch ein sich veränderndes Magnetfeld funktioniert, muss eine Wechselspannung anliegen.

Ein Bild, das Text, Screenshot, Diagramm, Reihe enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

**Diode:** Eine Diode dient als Einbahnstraße für Strom, da sie nur Strom in eine Richtung durchlässt. Bsp.: LED. Sie funktioniert mit einem p- und einem n-dotierten Halbleiter. Der n-dotierte Halbleiter besitzt überschüssige Elektronen, welche bei Spannung in den p-dotierten Halbleiter wechseln. Die Elektronen können allerdings nicht von der p-dotierten in die n-dotierte Seite, da diese negativ geladen ist, daher funktioniert der Stromfluss nur in eine Richtung.

Ein Bild, das Reihe, Design enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

**Kondensator:** Ein Kondensator (Plattenkondensator) besteht aus zwei gegenüberliegenden Metallplatten und speichert Energie in einem elektrischen Feld. Für die Kapazität des Kondensators gilt: . Beim Laden und Entladen gelten:

* Laden: ) und
* Entladen: und

Man verwendet ihn, um elektrische Energie zu speichern und später wieder freizusetzen. Beim Einschalten eines Kondensators kann es zu Stromspitzen kommen, da ein ungeladener Kondensator fast keinen Widerstand besitzt, wodurch Kurzschlüsse passieren können.

**Netzteil:** Ein Netzteil hat das Ziel den Wechselstrom aus der Steckdose in Gleichstrom zu wandeln. Hierbei wird zunächst mithilfe eines Transformators die Spannung verringert. Danach regulieren vier Dioden, dass der Strom nur in eine Richtung fließen kann, was bei der Glättung des Wechselstromes wichtig ist. Der Strom lädt den Kondensator und fließt an die Last ab. Kommt nun eine Zeit geringer Spannung, so entlädt sich der Kondensator wieder und es fließt weiter Strom an die Last ab. Dieser Vorgang wiederholt sich mehrmals pro Sekunde.

Ein Bild, das Diagramm, Reihe, Entwurf, Origami enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

**Transistor:** Ein Transistor ist ein Bauteil, welches nur Strom durchlässt, wenn seine Basis auch Strom erhält. Er funktioniert ebenfalls per p- und n-dotierten Halbleitern. Man kann ihn durch seine Eigenschaften als Schalter verwenden.

**Spule:** Strom erzeugt ein Magnetfeld, welches im inneren einer Spule magnetischen Fluss erzeugt . Durch die Verkettung mit der Windungszahl erhält man: . Dadurch erhält man für den Fluss pro Strom

(Einheit ).

Bei Spulen kann es bei plötzlichem Abschalten zu Spannungsspitzen, aufgrund von Induktion, kommen.

**Relais:** Ein Relais ist ein elektromagnetischer Schalter. Mit ihm lassen sich Stromkreise an und ausschalten. Das innere Relais bewegt mithilfe von Elektromagnetismus eine Feder, welche dann den geschalteten Anschluss öffnet oder schließt. Mithilfe des Eingangs kann man das Relais an oder ausschalten. Die Diode (auch Freilaufdiode genannt) ist da, da bei plötzlichem Ausschalten des Relais durch die Spule im Relais eine sehr hohe Spannung induziert wird, welche das Bauteil beschädigen könnte. Die Diode schließt den Kreis allerdings kurz, weshalb dies nicht passiert.

Ein Bild, das Text, Diagramm, Reihe, Schrift enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

**Lautsprecher:** Ein Lautsprecher funktioniert, indem ein Wechselstromsignal durch Töne erzeugt wird. Dieses Signal erzeugt durch Induktion ein elektromagnetisches Feld. Dieses Feld bewegt eine Spule mit einer an dieser befestigten Membran, welche Luft zum Schwingen bringt.

**Elektromagnetischer Schwingkreis:** Ein elektromagnetischer Schwingkreis kann durch eine Parallelschaltung von Spule und Kondensator entstehen. Hierbei wird abwechselnd der Kondensator geladen und die Spule induziert, wodurch immer wieder ein magnetisches und ein elektrisches Feld entstehen.

**4. Digital und analog 1**

**Unterschied Digital und analog:**

Ein Bild, das Text, Schrift, Screenshot, Reihe enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

**AD – Wandler:** Ein Analog-Digital-Wandler wandelt analoge Signale z.b. von einem LDR in analoge Signale um, um sie verarbeiten zu können. Hierbei wird in regelmäßigen Abständen „abgetastet“ und Werte ermittelt, welche dann im Bereich zwischen 0 und 5 Volt weitergegeben werden.

**Wichtige Kenngrößen:** Eine wichtige Kenngröße eines AD-Wandlers ist die Abtastrate. Sie bestimmt in welchem Abstand Signale gemessen und umgewandelt werden. Eine andere wichtige Kenngröße ist das LSB (Least Significant Bit). Dieses bezeichnet den kleinstmöglichen Unterschied , den der AD-Wandler im Eingangssignal noch unterscheiden kann, also der analoge Abstand zweier Digitalwerte. Weitere wichtige Kenngrößen sind die Auflösung und der Eingangsspannungsbereich.

**Nyquist-Shannon-Theorem:** Das Nyquist-Shannon-Theorem bezeichnet eine Regel, welche bei der Wahl der Abtastrate für ein analoges Signal beachtet werden sollte, damit die Abtastrate nicht zu klein wird und es dadurch zu Ungenauigkeiten kommt. Nach dem Theorem muss die Abtastrate größer als die doppelte höchste Frequenz sein.

**Rechnen mit dem AD-Wandler:** Für einen AD-Wandler mit einer gegebenen Bit-Anzahl, einem Messbereich mit der Spannung V und einer Abtastrate f gilt:

* Für das LSB:
* Für die Gesamtzahl der Daten pro Minute:
* Für die Datenmenge in Bit:
* Für die Ausgangsspannung nach Bits:

**5. Digital und analog 2**

**Reed-Kontakt:** Ein Reed-Kontakt ist ein elektromagnetischer Schalter, welcher durch ein Magnetfeld betätigt wird. Wird ihm Strom zugegeben entsteht ein Magnetfeld, welches den inneren Schalter schließt. Wird der Strom abgeschaltet öffnet sich der Stromkreis wieder.

**Pull-up/ Pull-down-Widerstände:** Um an einem Schalter einen definierten Spannungspegel anzulegen werden Widerstände in Reihe zu ihnen geschalten. Hierbei unterscheidet man zwischen den zwei:

Ein Bild, das Text, Diagramm, Reihe, Screenshot enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

**Logikpegel:** Unter einem Logikpegel versteht man einen Bereich, welcher verschiedenen Spannungen Wahrheitswerte zuweist, um diese digital verarbeiten zu können.

**Polling:** Unter Polling versteht man, dass ein Programm immer wieder misst, ob ein Taster gedrückt wird und danach das Programm weiter ausführt. Der Vorteil hiervon ist, dass es einfach zu programmieren und sein Verhalten vorhersehbar ist. Der Nachteil ist, dass es ineffizient ist und gegebenenfalls Signale verpasst werden, da sie zwischen zwei Messungen passieren.

**Interrupts:** Interrupts sind das Gegenteil zu Polling. Hier wird ein Programm erst ausgeführt, wenn ein Signal gemessen wird. Alles andere läuft parallel dazu.

**Prellen:** Bei einem mechanischen Taster kommt es bei Schließen des Kontaktes zu mehreren schnellen Kontaktunterbrechungen, welche vom Sensor als mehrere Tastendrücke wahrgenommen wird. Dies nennt man Prellen. Es kann verhindert werden, indem man im Programm kurze delays einfügt oder einen RC-Tiefpassfilter einbaut.

**PWM:** Unter PWM (Pulsweitenmodul) versteht man eine Technik, bei welcher ein Signal so angesteuert wird, dass es analoge Effekte über verschiedene Spannungen erzeugen kann. Hierbei gilt für:

* Den Tastgrad
* Den Mittelwert der Spannung:
* Den Effektivwert:

**AM:** Bei AM (Amplitudenmodulation) wird die Amplitude einer hochfrequenten Trägerwelle abhängig vom Nutzsignal verändert. Dies bietet die Vorteile, dass es günstig und leicht zu realisieren ist. Nachteile sind, dass es sehr störanfällig ist und schlechtere Tonqualität als FM besitzt. Beispiele sind Lang-, Mittel- und Kurzwellen und ältere Rundfunksender.

**FM:** Bei FM (Frequenzmodulation) wird die Frequenz der Trägerwelle entsprechend dem Nutzsignal verändert. Die Amplitude bleibt hier gleich. Vorteile sind, dass es unempfindlicher gegenüber Störungen ist und es eine bessere Klangqualität hat. Nachteile sind, dass es komplexer ist und mehr Bandbreite benötigt. Beispiele sind UKW-Radios, Funksprechgeräte und Bluetooth Geräte.

**6. Signale und Filter**

**Probleme bei Messungen:** Beim Messen von Signalen können Probleme, wie Netzbrummen, Rauschen und Offset auftreten. Um diese Probleme zu beheben, muss das Signal geglättet, bereinigt, normiert oder abgeleitet werden.

**Schätzen des Offset:** Um den Offset zu beseitigen lässt sich dieser über eine Formel schätzen: . Mann muss diesen Offset dann nur noch von dem Wert abziehen und man hat den Offset beseitigt und die Werte befinden sich nun um die Nulllinie.

**Normieren:** Beim Normieren von Daten werden diese von einem großen Wertebereich auf einen kleineren Wertebereich herunterskaliert. Hierzu benutzt man die Formel:

**Glätten:** Beim Glätten werden für jeden Punkt jeweils die Nachbarpunkte betrachtet und zwischen allen der Mittelwert gebildet, welcher dann zum neuen Wert wird. N steht hierbei für die in Betracht gezogenen Punkte um den Wert herum.

**Ableiten:** Bei der Methode der Ableitung wird die Ableitung mehrmals gebildet, wodurch die Funktion immer glatter wird.

**Wechselstrom:** Wechselstrom ist die Form von Strom, welche über Hochspannungsleitungen, etc. transportiert wird. Die Spannung ist hierbei Sinusförmig:

* Spannung:
* Stromstärke:
* Scheitelwert:
* Mittelwert:
* Gleichrichtwert:
* Effektivwert:

**Darstellung in komplexer Form:** Man kann den Sinusförmigen Verlauf der Spannung und der Stromstärke auch mithilfe komplexer Zahlen darstellen:

* Spannung:
* Stromstärke: :

Daraus folgen mehrere widerstände:

* Scheinwiderstand:
* Wirkwiderstand:
* Blindwiderstand:

Für die anderen Komponenten folgt dann:

* Kapazität:
* Induktivität:

**Das RC-Glied:** Ein RC-Glied ist ein Bauteil, welches aus einem Widerstand und einem Kondensator besteht. Mit ihm lassen sich auf verschiedene Weise Frequenzteile unterdrücken.

* Tiefpass: Als Tiefpass unterdrückt das RC-Glied hoher Frequenzanteile.

Ein Bild, das Diagramm, Reihe, technische Zeichnung, Plan enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

* Hochpass: Als Hochpass unterdrückt das RC-Glied tiefe Frequenzanteile.

Ein Bild, das Diagramm, Reihe, Rechteck, technische Zeichnung enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Zum Rechnen gilt für:

* Die Grenzfrequenz:
* Für die Ausgangsspannung:
* Für den Amplitudenfrequenzgang:

**Das RL-Glied:** Ein RL-Glied ist ein Bauteil bestehend aus einem Widerstand und einer Spule. Mit ihm lassen sich ebenfalls auf verschiedene Weise Frequenzteile unterdrücken. Hierbei gilt für:

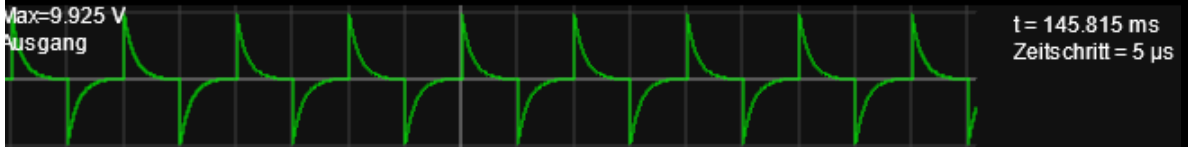
* Die Gesamtimpedanz:
* Den Amplitudenfrequenzgang:

**Sprungantwort:** Eine Sprungantwort ist das Verhalten eines Systems, wenn es zu einer plötzlichen Änderung der Eingangsspannung kommt. Man kann sie durch eine Signalquelle mit Rechteckspannung oder einen Schalter erzeugen.

Sprungantwort eines Tiefpasses:

Ein Bild, das Screenshot, Text, Schrift, Reihe enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Sprungantwort eines Hochpasses:

**Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung:** Bei einem Kondensator ist der Strom der Spannung voraus, da sich dieser zuerst aufladen muss, um eine Spannung zu erzeugen. Die Phasenverschiebung ist hier

Bei einer Spule ist es umgekehrt. Hier ist die Spannung dem Strom voraus, da die Spule erst ein Magnetfeld aufbaut. Die Phasenverschiebung ist hier .