

## ABZ-Lösungen ET 4/22:

### 14 Aufgaben zum Thema Elektronik inkl. 2 Aufgaben zu Smart Home

#### Lösungen Aufgabe 1

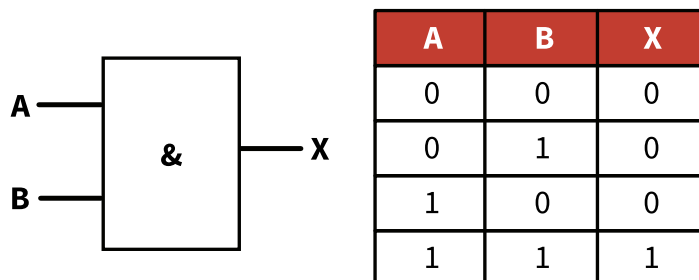
Bei Raumtemperatur schwingen die Atome im Kristallgitter um ihre Ruhelage ungeordnet hin und her (Wärmebewegung). Dadurch brechen einige Atombindungen auf. Einzelne Aussenelektronen entfernen sich von ihren Atomen und sind innerhalb des Kristalls frei beweglich (Leitungselektronen). Eine am Halbleiterkristall angelegte Spannung bewirkt ein elektrisches Feld und treibt diese freien Elektronen vom Minus- zum Pluspol.

#### Lösungen Aufgabe 2

Bauformen von Heissleitern:

- Scheibenform
- Tropfenform
- Kastenform
- Perle in Glasrohr

#### Lösungen Aufgabe 3



#### Lösungen Aufgabe 4

Anwendungen für fremderwärmte Heissleiter:

- Messen der Haut- und Körpertemperatur
- Leistungsmessung von Mikrowellen
- Temperaturerfassung in Geräten und Anlagen
- Messen der Kühlwasser- und Öltemperatur
- Temperaturkompensation von Bauelementen

Fremderwärmte Heissleiter darf der durchfließende Strom nur unmerklich aufheizen. Eigenerwärmte Heissleiter dagegen darf die Umgebungstemperatur kaum beeinflussen. Sie sprechen sehr rasch auf Temperaturschwankungen an.

#### Lösungen Aufgabe 5

$$U_V = U_1 - U_2 = 18.9V - 6.3V = 12.6V$$

$$R_V = \frac{U_V}{I} = \frac{12.6V}{0.1843A} = 68.367\Omega$$

### Lösungen Aufgabe 6

Werkstoff	Anwendungsbeispiel
Silicium (Si)	Dioden, Transistoren, integrierte Schaltungen, Thyristoren, Solarzellen
Germanium (Ge)	Hochfrequenz-Transistoren, Detektoren radioaktiver Strahlung
Galliumarsenid (GaAs)	Leuchtdioden, Laser, HF-Transistoren
Indiumantimonid (InSb)	Feldplatten, Hall-Generatoren
Cadmiumsulfid (CdS)	Fotowiderstände, Solarzellen
Siliciumcarbid (SiC)	Heisseleiter, Varistoren, Leuchtdioden

Der spezifische Widerstand von Halbleiterwerkstoffen liegt zwischen dem elektrischen Leiter (Metallen) und dem von Nichtleitern.

### Lösungen Aufgabe 7

Silicium kann mit fünfwertigen Fremdatomen (z.B. Phosphor oder Arsen) dotiert werden. Für die Elektronenpaar-Bindung werden jedoch nur 4 Valenzelektronen des Phosphoratoms benötigt. Das verbleibende 5. Valenzelektron wird somit bei geringer Wärmebewegung des Atoms zu einem frei beweglichen Leitungselektron. Einen mit fünfwertigen Fremdatomen dotierten Siliciumkristall nennt man N-Leiter.

Silicium kann auch mit dreiwertigen Fremdatomen (z.B. Aluminium) dotiert werden. für die vollständige Elektronenpaar-Bindung fehlt ein Elektron. Dadurch hinterlässt dieses Elektron ein positives Loch (Defektelektron). Einen mit dreiwertigen Fremdatomen dotierten Siliciumkristall nennt man P-Leiter. Die durch Dotieren entstandenen P-Leiter und N-Leiter bleiben weiterhin nach aussen elektrisch neutral. Die Leitfähigkeit im dotierten Halbleiter nimmt nur so lange zu, bis alle Fremdatome beim N-Leiter ihr überzähliges Elektron abgegeben haben bzw. im P-Leiter von ihrem Nachbaratom je ein Elektron aufgenommen haben. Die elektrische Leitfähigkeit der Störstellenleitung ist nur wenig temperaturabhängig.

### Lösungen Aufgabe 8

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300'000'000 \text{ m/s}}{650 \cdot 10^{12}} = 0.000000462 \text{ m} \sim \mathbf{461 \text{ nm}}$$

Aufpassen bei der Anwendung der Potenzregel.  $\lambda$  = Wellenlänge in m ; c = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen in m/s ; f = Frequenz in Hz

### Lösungen Aufgabe 9

Mit zunehmender Spannung nimmt der Strom durch den Varistor zunächst wenig und dann immer stärker zu. Der Kontaktwiderstand der Metalloxidkörner (z.B. Zinkoxid ZnO) oder Siliciumkarbidkörner ist spannungsabhängig. Die Kennlinie ist nichtlinear, aber symmetrisch zum Ursprung. Spannungsabhängige Widerstände werden in Scheibenform oder Blockform hergestellt.

Man verwendet vielfach ZnO-Varistoren, deren Kennlinienknick ihnen annähernd Schalteigenschaften verleiht. Diese Varistoren können Spannungen begrenzen. Sie dienen hauptsächlich zum Unterdrücken von Überspannungsimpulsen, seltener zur Spannungsstabilisierung. Durch einen Überspannungsimpuls verringert der Varistor seinen Widerstandswert schlagartig von einigen Megaohm auf wenige Ohm. VDR-Widerstände schützen überspannungsempfindliche Bauteile wie Dioden, Transistoren, Thyristoren oder integrierte Schaltungen. Sie bewahren auch Kontakte und Schalter vor Abbrand. Die Varistoren fangen ausserdem die kurzen, aber starken Spannungsstösse sicher ab, die beim Schalten grosser Induktivitäten entstehen. Der Schutz wirkt auch gegen Überspannungsspitzen, die über die Verbindungs- oder Versorgungsleitungen kommen.

## Lösungen Aufgabe 10

Alle digitalen Steuerungsaufgaben (Zustand 0 oder 1 möglich) lassen sich mit den drei Grundverknüpfungen AND, OR und NAND lösen. Die NAND-Verknüpfung ist aus AND und NOT zusammengesetztes Element. Es arbeitet wie ein AND, dessen Ausgang negiert ist. Der Ausgang X ist gleich 1, wenn die Eingänge A oder B gleich 0 sind. Wenn die Eingänge A und B 1 sind wird der Ausgang X auf 0 geschaltet.

## Lösungen Aufgabe 11

Hallgeneratoren werden aus dünnen Halbleiterplättchen in typischen Bauformen hergestellt (Rechtecksform, Schmetterlingsform, Kreuzform). Fließt infolge einer angelegten Spannung ein Strom durch das Halbleiterplättchen und wird dieses zusätzlich in ein Magnetfeld gebracht, so entsteht an den beiden Messanschlüssen aufgrund der Kraftwirkung auf Ladungsträger (Elektronen) eine Spannung U<sub>H</sub>. Diese Hall-Spannung U<sub>H</sub> wächst mit der Stärke des Steuerstromes I und der magnetischen Flussdichte B. Der Hallgenerator erzeugt aus einem Strom und einem Magnetfeld eine Spannung (Hall-Spannung). Anwendungen werden in der Magnetfeldmessung, der potenzialfreien Strommessung und dem berührungslosen und kontaktlosen Signalgeber (Autoindustrie) verwendet.

## Lösungen Aufgabe 12

Gemäss der Energiestrategie 2050 müssen bis 2028 80% der Stromkunden mit einem Smart Meter ausgerüstet sein. Zu den Funktionen gehören die Messung der Spannungsqualität, das Logging von Ereignissen und die Erzeugung von Lastprofilen in Echtzeit für alle vier Quadranten. Messungen von THD, Phasenwinkel, Spannungsungleichheiten, Spannungsänderungen sowie Spannungsüberhöhungen und -einbrüche können für die Netzqualität gemessen werden.

Nutzen von Smart Metering für Verbraucher:

- Echtzeit Visualisierung von Leistung, Zählerstand (Bezug und Lieferung)
- Tarif 1 bis 4, Spannung und Strom auf dem Web oder in der App einsehbar
- Automatische Speicherung von Zählerstände
- Umfangreiches Energiedatenmanagement
- automatische Rechnungsstellung
- Steuerung und Alarmer über die Cloud
- Smart Meter können auch für das Lastmanagement verwendet werden

## Lösungen Aufgabe 13

Fenster und Rollläden, Beleuchtung, Musik, Waschmaschine, Heizung, Küchengeräte, Steckdosen, Rauchmelder, Kamera und Sprechanlagen, Haustüre, Stromspeicher, PV-Anlage, Bewegungsmelder, Garage, Wetterstation, Ladestation von Elektrofahrzeugen, Alarmanlagen  
Smart Home dient als Oberbegriff für technische Verfahren und Systeme in Wohnräumen und Häusern, in deren Mittelpunkt eine Erhöhung von Wohn- und Lebensqualität, Sicherheit und effizienter Energienutzung auf Basis vernetzter und fernsteuerbarer Geräte und Installationen, sowie automatisierbarer Abläufe stehen.

## Lösungen Aufgabe 14

Erster Buchstabe bezieht sich auf den Halbleiterwerkstoff (z.B. A = Germanium, B = Silicium)  
Zweiter Buchstabe bezeichnet die Art des Bauelementes (z.B. A = Diode, B = Kapazitätsdiode, C = NF-Transistor, H = Hallgenerator)  
Die Ziffer bezeichnet die Typennummer.