|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Laborbericht | | |
| Schuljahr: 2023/24 | Ein Bild, das Text enthält.  Automatisch generierte Beschreibung | Name: Jan Traußnigg |
| Gegenstand: Elektronik | Klasse: 4BHME |
| Datum: 12.09.2023 - | Gruppe: 3 |
| **Thema: Chemische Fertigung einer Platine** | | |
| 1. **Aufgabenstellung**  * Zeichnen des Schaltplans mittels KiCad * Anfertigen des Platinen-Layouts mittels KiCad * Fertigen der Platine * Verlöten der Bauteile | | |
| 1. **Allgemein: PCB-Board-Fertigung**   PCB… Printed Circuit Board ist die Abkürzung für Platine auf Englisch. Sie besteht aus 4 Schichten.     * Schutzfolie   Abbildung 1 Belichtungsvorlage (Wird mithilfe eines Layout-Programms erstellt   * Photoschicht * Kupferschicht * Trägermaterial     Die Schutzfolie ist für den Schutz vor Außeneinwirkungen, wie zum Beispiel Mechanische Kratzer oder UV-Strahlung, zuständig, während mithilfe der Photoschicht, die Platine geätzt werden kann. Dies wird mithilfe von UV-Belichtung bewerkstelligt. Dabei wird eine Belichtungsvorlage mit dem aufgedruckten Layout der Platine auf die Schutzschicht gelegt. Das UV-Licht der Belichtungsanlage brennt anschließend die Konturen in die Platine rein und zerstört dabei die Photo-Schicht an den Stellen der Platte, wo sich keine Kontur befindet. Die Belichtungsvorlage wirkt dabei wie eine Sonnencreme für die Stellen, wo ein Leiter gebraucht wird.  Aufgrund der vielen Anwendungsbereiche gibt es viele Arten von Leiterplatten. Grundsätzlich werden jedoch drei Arten unterschieden:   * Starre Leiterplatte   „Klassische Leiterplatte“ -> „feste“ Platte   * Rigid-Flex   Eine Mischung aus flexibler und Starrer Leiterplatten -> elektrische Schaltung fängt z.B. bei der starren Platte an und geht bei der flexiblen Platte weiter   * Flexible Leiterplatte   „Weiche Leiterplatte“ -> Platte kann mechanisch gebogen werden und ähnelt vom Aussehen her einer Belichtungsvorlage | | |
| Abbildung 2 Leiterplattenarten  Leiterplatten wie diese können in 2 Arten bestückt werden:   * THT (= **T**hrough **H**ole **T**echnology) * SMD (= **S**urface **M**ounted **D**evice)   Abbildung 3 Unterschied THT und SMD  Diese 2 Arten unterscheiden sich in der Montageform. SMD-Bauteile wird direkt ohne mechanischer Halterung mittels einer Lötpaste direkt an die Leiterplatte angelötet, während THT-Bauteile Pins besitzen, diese, wie der Name schon sagt, durch Löcher gesteckt werden und dann erst angelötet werden. In der heutigen Industrie wird jedoch immer mehr auf SMD-Bestückung gesetzt, da diese kleiner gebaut und leichter maschinell aufgesetzt werden können. | | |
| 1. **Schaltplan:**     Abbildung 4 Schaltplan im Schaltplaneditor | | |
| 1. **Bauteile und Bauteilinformationen:**  * Elektrischer Widerstand (Bauteil)   + Einheit: Ohm   + Verlustleistung hängt von der Bauteilgröße ab (die Energie, die in Wärme umgewandelt wird) * Kondensator   + Kapazität   + Einheit: Farad (F)   + Kapazität hängt von der Elektrodengröße ab * Leuchtdiode   + Lichtquelle   + Wichtige Kenngrößen: Durchlassspannung; maximaler Strom, den die Diode verträgt; Farbe; Bauform * C:\Users\RO\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.MSO\2D196D2A.tmpPotentiometer   + Verstellbarer Widerstand   + Einheit: Ohm * Polarisierter Kondensator   + Kapazität * Transistor   + Verstärkung des Stroms   + Findet oft auch als eine Art Schalter seinen Nutzen * Relais   + Umschalten zwischen Stromkreisen | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. **Stückliste-BOM (B**ill **O**f **M**aterials**):**  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | # | Reference | Qty | Value | Footprint | DNP | | 1 | A1 | 1 | Arduino\_UNO\_R2 | Module:Arduino\_UNO\_R2 |  | | 2 | C1, C2, C4 | 3 | 47µF | Capacitor\_THT:CP\_Radial\_D5.0mm\_P2.50mm |  | | 3 | C3, C5 | 2 | 100nF | Capacitor\_THT:C\_Disc\_D7.0mm\_W2.5mm\_P5.00mm |  | | 4 | D1, D2 | 2 | 1N4148 | Diode\_THT:D\_DO-35\_SOD27\_P7.62mm\_Horizontal |  | | 5 | J1 | 1 | Conn\_01x06\_Pin | Connector\_JST:JST\_NV\_B02P-NV\_1x02\_P5.00mm\_Vertical |  | | 6 | J2 | 1 | Conn\_01x04\_Pin | Connector\_JST:JST\_NV\_B02P-NV\_1x02\_P5.00mm\_Vertical |  | | 7 | J3 | 1 | Conn\_01x08\_Pin | Connector\_JST:JST\_NV\_B02P-NV\_1x02\_P5.00mm\_Vertical |  | | 8 | J4, J5, J6 | 3 | Conn\_01x02\_Pin | Connector\_JST:JST\_NV\_B02P-NV\_1x02\_P5.00mm\_Vertical |  | | 9 | J7 | 1 | Conn\_01x03\_Pin | Connector\_JST:JST\_NV\_B02P-NV\_1x02\_P5.00mm\_Vertical |  | | 10 | Q1, Q2, Q3, Q4 | 4 | BC547 | Package\_TO\_SOT\_THT:TO-92\_Inline |  | | 11 | R1, R2, R5, R6 | 4 | 1k | Resistor\_THT:R\_Axial\_DIN0207\_L6.3mm\_D2.5mm\_P10.16mm\_Horizontal |  | | 12 | R3, R4 | 2 | 22k | Resistor\_THT:R\_Axial\_DIN0207\_L6.3mm\_D2.5mm\_P10.16mm\_Horizontal |  | | 13 | R7, R10, R12 | 3 | 10k | Resistor\_THT:R\_Axial\_DIN0207\_L6.3mm\_D2.5mm\_P10.16mm\_Horizontal |  | | 14 | R8 | 1 | 4k7 | Resistor\_THT:R\_Axial\_DIN0207\_L6.3mm\_D2.5mm\_P10.16mm\_Horizontal |  | | 15 | R9 | 1 | 160k | Resistor\_THT:R\_Axial\_DIN0207\_L6.3mm\_D2.5mm\_P10.16mm\_Horizontal |  | | 16 | R11, R13 | 2 | 470 | Resistor\_THT:R\_Axial\_DIN0207\_L6.3mm\_D2.5mm\_P10.16mm\_Horizontal |  | | 17 | R14 | 1 | 0,22 | Resistor\_THT:R\_Axial\_DIN0207\_L6.3mm\_D2.5mm\_P10.16mm\_Horizontal |  | | 18 | RV1 | 1 | 10k | Potentiometer\_THT:Potentiometer\_Piher\_PT-10-V10\_Vertical\_Hole |  | |

|  |  |
| --- | --- |
| 1. **Schaltplanerstellung mittels KiCad:**     Abbildung 5 Schaltplanerstellung im KiCad im Schaltplaneditor  KiCad hat viele Modi, in der die Platine schrittweise entwickelt beziehungsweise entworfen werden kann. Dabei wird der Schaltplan zuerst im Schaltplaneditor wie auf einem Blatt Papier gezeichnet. Um sie noch zu kontrollieren kann man die Schaltung zusätzlich noch auf elektrischer Korrektheit prüfen, jedoch kann man dabei keine grundsätzlichen Entwurfsfehler aufspüren, da dies kein Simulationsprogramm ist.  Abbildung 6 Tools, die von KiCad angeboten werden  Das oberste in Abbildung 4 Tools, die von KiCad angeboten werden ist das Zeichen im Menü für Schaltplaneditor | |
| 1. **Layouterstellung mittels KiCad:**   Nachdem der Schaltplan erstellt wurde, kann dann auf das zweite Icon von rechts geklickt werden. KiCad wechselt dadurch vom Schaltplaneditor in den Layouteditor. | |
| 1. **Layout BOTTOM Layer:**   Ein Bild, das Diagramm, Plan enthält.  Beschreibung automatisch generiert.  Abbildung 8 Layout | |
| 1. **Belichtungsvorlage erstellen:** | |
| 1. **Leiterplatte in passende Größe zuschneiden:**   Abbildung 7 Zuschneiden der Platine  Abbildung 8 Entgraden nach dem Schneidvorgang | |
| 1. **Platine Belichten:**   Abbildung 9 In der Belichtungsanlage eingebaute Leiterplatte  Die Leiterplatte wird mit der Belichtungsfolie unter der Folie eingebaut. Diese wird bei Starten des Vorgangs mittels einer Vakuumanlage anschließend eingebspannt, sodass mittels UV-Licht die Photo-Schicht der nicht abgedeckten Stellen zerstört wird. Diese Stellen werden dann im nachfolgenden Schritt der Platinen-Entwicklung zugänglich.  Zu beachten sind:   * Nichtberührung der Kupferfläche * Keine Verunreinigung auf der Kupferfläche oder auf der Folie * Sicherstellung, dass die Belichtungsvorlage satt auf PCB anliegt. (Dies kann durch vorzeitiges Anschalten der Vakuumanlage beobachtet werden) * Belichtungszeit von ca. 1:20 Minuten | |
| 1. **Platine Entwickeln:**   Abbildung 11 Entwicklungsvorgang im Entwicklerbecken  Beim Entwickeln wird die Photoschicht dort abgetragen, wo beim Belichten das UV-Licht sie dort zerstört hatte. Ziel ist es dabei, die Kupferschicht, die sich unter der Photo-Schicht befindet, freizulegen.  Dieser Vorgang erfolgt in einem Becken gefüllt mit Natriumhydroxid, einer Base. Die PCB-Platte wird zuvor im Behälter mittels einer Halterung fixiert. Anschließend werden diese durch die Rotoren, die einem Geschirrspüler im Haushalt ähnelt, besprüht und die Photo-Schicht so Stück für Stück abgetragen.  Beendet ist der Vorgang dann, wenn:   * Die PCB fleckenfrei ist * Leiterbahnen gut erkennbar sind * Keine Schlieren erkennbar sind * Die Entwicklerflüssigkeit klar ist   Nach dem Entwickeln soll die PCB nochmal mit kaltem oder lauwarmen Wasser abgespült werden und kann anschließend gleich für den Ätzvorgang hergenommen werden.  Dieser Arbeitsschritt dauert 0:20 – 2:00 Minuten. Die Dauer ist dabei abhängig vom Alter der Base im Becken. 🡪 Je neuer die Base, desto schneller der Vorgang.  Abbildung 12 Fertigentwickelte PCB | |
| 1. **Platine Ätzen:**   Abbildung 10 Ätzvorgang  Nach dem Entwickeln der PCB wird sie geätzt. Dies passiert in Natriumpersulfat, einer Säure.  Die dafür benötigte Maschine arbeitet dabei wie eine Spülmaschine im Haushalt. Ein Rotor, der durch das Säurebecken fährt, bespritzt mit seiner Rotation die PCB und entfernt das Kupfer, was nicht gebraucht wird, sodass nur noch die Leiterbahnen und die Konturen der fertigen Leiterplatte, wie zum Beispiel Schriftzügen und Beschriftungen übrigbleiben.  Beim Arbeiten ist dabei auf die Arbeitsschutzzeichen zu achten, diese auf eine Schutzbrille, Handschuhe und einer Schürze weisen.  Die Ätzzeit variiert. Für unsere PCB kann eine zwar eine Zeit von 3:00 bis 10:00 Minuten eingeschätzt werden, aber diese ist abhängig vom Alter der Flüssigkeit. Je älter die Säure, desto länger der Vorgang.  Fertiggeätzt ist die Platine, wenn das überflüssige Kupfer sauber entfernt wurde und die Leiterbahnen gut erkennbar sind. Sollte dies der Fall sein, so wird die PCB sofort aus dem Becken geholt und mit kaltem oder lauwarmen Wasser abgespült.  Abbildung 11 Fertiggeätzte PCB in der Halterung eingespannt | |
| 1. **Bohren der Platine:**   Abbildung 12 Bohrmaschine und eingestelltes Fadenkreuz  Beim Bohren der Platine wird zuerst mittels einer Software, Crosshair, und einer Bohrvorlage die genaue Position des Bohrers mit einem Fadenkreuz markiert.  Dieses Fadenkreuz wird anschließend bei der fertigen Platine in der Mitte der markierten Bohrpunkten angesetzt. Danach wird auf ein Pedal gestiegen, sodass der Bohrer sich von unten erhebt und den Bohrvorgang für die THT-Bauteile durchführt. | |
| 1. **Entfernen der Fotolackreste:**   xxx | |
|  | |
| 1. **Leiterbahnen gegen Korrosion schützen:**   Abbildung 13 Verzinnung der Leiterplatte  Es gibt zwei Arten, die Leiterbahnen vor Korrosion zu schützen:   * **Lötlack** * **Kalt-Zinn**     Bei beiden Varianten muss jedoch zuerst der Photolack mittels Aceton und einem feinen Schleifpapier entfernt werden.  Bei Verwendung des Lötlacks, wird die Platte einfach auf einer Unterlage aufgesetzt, sodass man mittels einer Druckdose eine dünne Lackschicht auftragen kann. Nachteile dabei sind jedoch die längere Zeit, die die Platine zum Trocknen braucht und der brennbare Stoff, der aufgetragen wird. Dieser macht die Platine unbrauchbar, sollte sie mit einem Reflowlöt-Vorgang bestückt werden  Bei der Kaltverzinnung hingegen wird wie in Abbildung 10 das Kaltzinngemisch sorgfältig aufgerührt und die PCB einfach reingelegt. Diese soll dann mehrmals geschwenkt werden und beim Herausnehmen mit Papier gereinigt werden. Nach dem Reinigungsvorgang muss das Papier jedoch separat entsorgt werden. Die PCB wird anschließend nochmals mit Wasser abgespült. Im Gegensatz zum Lötlack verbrauch dieser Vorgang zwar mehr Zeit beim Auftragen, ist aber viel einfacher zu bestücken und kann auch für das Reflowlöten verwendet werden.  Abbildung 14 Fertigverzinnte Leiterplatte | |
| 1. **Bestückung der THT-Bauteile:**   Bei der Bestückung der Bauteile werden zuerst alle Pins mithilfe der Biegelehre zurechtgebogen. Diese werden anschließend durch die Löcher der Platine gesteckt und anschließend dort bei Bedarf wieder um einen Grad verbogen, sodass sie dort festsitzen. Dadurch wird das Verlöten der Bauteile einfacher.  Wichtig hierbei ist, dass das Bauteil mechanisch auch auf der Bestückungsseite aufliegt, sodass sie vor mechanischen Einwirkungen besser geschützt sind. | |
| 1. **Löten:**   Abbildung 16 Lötvorgang  Nachdem die Bauteile durch die Löcher gesteckt worden sind, werden sie auf der Lötseite (die Seite mit den Leiterbahnen) verlötet. Dabei gilt die sogenannte 6-Sekunden-Regel:   * 3 Sekunden Lötstelle erhitzen * 2 Sekunden Lötzinn zuführen * 1 Sekunde Lötkolben halten   Anschließend werden die überflüssig langen Teile der THT-Teile abgezwickt. | |
| 1. **Inbetriebnahme der Platine:** | |
| 1. **Funktionsprüfung der Platine:**   xxx | |
| 1. **Fehlersuche und Behebung Platine:**   **Fehlerbild:**xxx  **Lösung:**xxx  **Fehlerbild:**xxx  **Lösung:**xxx  **Fehlerbild:**xxx  **Lösung:**xxx | |
| 1. **Fertiges Projekt Bestückungsseite:** | |
| 1. **Fertiges Projekt Lötseite:** | |
| 1. **Verwendete Arbeitsmaterialien:**   Abbildung 16 Verwendete Bauteile   * 1x Arduino UNO R2 * 3x 47 µF gepolte Kondensatoren * 2x 100nF Kondensatoren * 4x 1kOhm Widerstände * 2x 22kOhm Widerstände * 3x 10kOhm Widerstände * 1x 4,7kOhm Widerstand * 1x 160kOhm Widerstand * 2x 470Ohm Widerstände * 1x 0,22Ohm Widerstand * 1x 10kOhm Potentiometer * 4x BC547 Transistoren * 2x 1N4148 Dioden * 3x Conn\_01x02\_Pin * 1x Conn\_01x08\_Pin * 1x Conn\_01x04\_Pin * 1x Conn\_01x03\_Pin * 1x PCB-Platte | |
| 1. **Geräte- Werkzeugliste:**  * Computer (KiCad) * Belichtungsanlage * Entwicklerbecken * Ätzbecken * Platinen-Hebelschere * Schleifmaschine * PCB-Bohrer (1,2; 4; 0,8) | * Pinzette * Rührwerkzeug * Lötkolben * Platinenhalter * Seitenschneider |
| 1. **Erkenntnis:**   Wenn man eine Maschine bedient, soll man immer zuerst prüfen, ob das richtige Werkzeug eingespannt ist. | |