

*Ministero dell'Istruzione e del Merito***H024 - REIFEPRÜFUNG**

Fachrichtung: ITEC – ELEKTRONIK UND ELEKTROTECHNIK
SCHWERPUNKT ELEKTRONIK

Fach: TECHNOLOGIE UND PROJEKTIERUNG ELEKTRISCHER
UND ELEKTRONISCHER SYSTEME

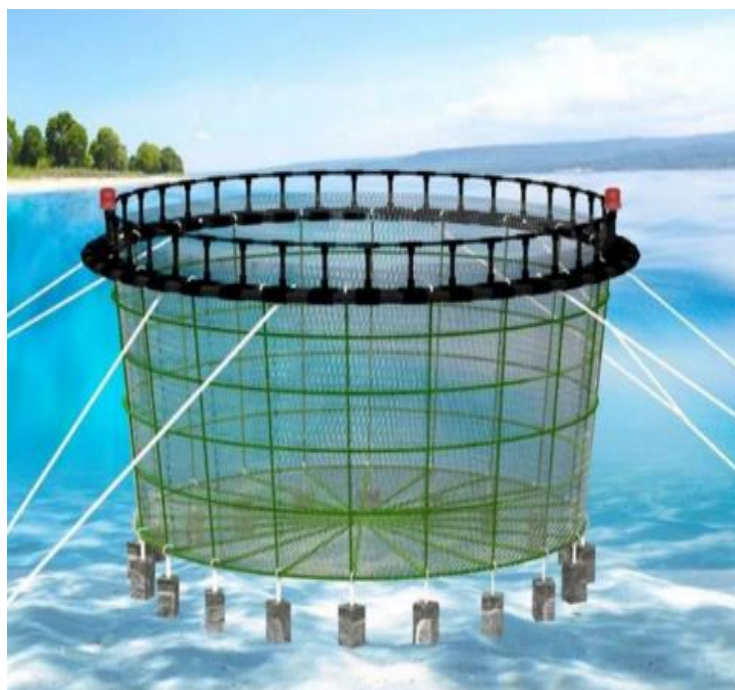
Führen Sie Teil I der Arbeit und zwei der vorgeschlagenen Fragestellungen aus Teil II aus.

TEIL I

Ein Fischzuchtbetrieb, der sich auf die Aufzucht von Goldbrassen in Offshore-Käfigen spezialisiert hat, beabsichtigt, die Wasserqualität zu überwachen, um die Gesundheit der Fische zu gewährleisten. Die zylinderförmigen Käfige befinden sich etwa 2 km vor der Küste und bestehen aus einem schwimmenden Ring, an dem ein Nylonnetz befestigt ist, das einen 15 Meter tiefen Zylinder bildet.

Folgende Parameter sind mithilfe eines geeigneten Sensorsystems zu überwachen:

- Wassertemperatur: ein entscheidender Faktor, der zu einer Verlangsamung des Stoffwechsels oder zu physiologischem Stress mit möglicherweise tödlichen Folgen führen kann
- Anteil des im Wasser gelösten Sauerstoffs: ein äußerst kritischer Parameter (niedrige Werte können zu Erstickung und Sterblichkeit führen), der stark vom Nahrungsstoffwechsel der Fischart beeinflusst wird
- pH-Wert des Wassers: ein Faktor, der für Schäden am Kiemengewebe und eine Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit verantwortlich ist




Ministero dell'Istruzione e del Merito
H024 - REIFEPRÜFUNG

Die Referenzwerte dieser Parameter sind in folgender Tabelle angeführt:

Parameter	Optimale Werte	Warnbereich	Kritische Werte
Temperatur [°C]	$18^{\circ} \leq T \leq 22^{\circ}$	$16^{\circ} \leq T < 18^{\circ}$ oder $22^{\circ} < T \leq 25^{\circ}$	$T < 16^{\circ}$ oder $T > 25^{\circ}$
Gelöster Sauerstoff [%]	$Ox\% > 80$	$60 \leq Ox\% \leq 80$	$Ox\% < 60$
pH	$7,9 \leq pH \leq 8,3$	$7,8 \leq pH < 7,9$ oder $8,3 < pH \leq 8,4$	$pH < 7,8$ oder $pH > 8,4$

Das Gerät wird über einen Wechselstrom-Gleichstrom-Wandler mit 24-V-Ausgang mit Strom versorgt, der über ein Unterwasser-Kabelkanal, in dem auch die Datenleitung verläuft, an die vom Festland kommende Netzspannung angeschlossen ist.

Das System besteht aus:

- Eine in 5 Metern Tiefe angeordnete Einheit, die in einem wasserdichten Gehäuse untergebracht ist und den AC/DC-Wandler sowie den Mikrocontroller enthält. An der Außenfläche des Gehäuses sind die drei spezifischen Sensoren für die zu überwachenden Größen sowie ein mechanisches Antriebssystem (motorisierter Wischer) angebracht, das die Membran im Sensor für gelösten Sauerstoff abbürstet, um deren Oberfläche sauber zu halten
- Eine Einheit auf dem schwimmenden Ring, die eine Signalleuchte und ein Ventil zum Öffnen des Futterbehälters für die kontrollierte Fütterung der Fische umfasst

Die Verbindungen zwischen den beiden Blöcken verlaufen in einem wasserdichten Kanal.

Der Kontrollprozess umfasst die nachfolgend beschriebenen Schritte.

1. Im 30-Minuten-Takt:
 - a. 10-sekündige Aktivierung des Wischermotors zur Reinigung der Oberfläche des Ox%-Sensors
 - b. Erfassung und Speicherung des von jedem der drei Sensoren gemessenen Wertes in einer Datenstruktur, Vergleich dieser Werte mit den Referenzschwellenwerten und gegebenenfalls Einschalten der Signalleuchte (blinkt im 1-Sekunden-Takt, wenn ein oder mehrere Werte im Warnbereich liegen, leuchtet dauerhaft, wenn sie im kritischen Bereich liegen)
2. Alle 6 Stunden: Öffnen des Nährstoffzufuhrventils für eine Zeit $t_{\max} = 10$ Minuten, wenn der Prozentsatz des gelösten Sauerstoffs größer oder gleich dem optimalen Wert ist. Liegt er hingegen unter dem kritischen Wert, wird das Ventil nicht geöffnet. Im Warnbereich wird die Öffnungszeit entsprechend dem gemessenen Wert nach folgender Beziehung geregelt:


Ministero dell'Istruzione e del Merito
H024 - REIFEPRÜFUNG

$$t_{ap} = k \cdot t_{max} \quad \text{wobei} \quad k = \frac{Ox\% - Ox\%_{kritisch}}{Ox\%_{optimal} - Ox\%_{kritisch}} \quad 0 \leq k \leq 1$$

Nach Ablauf von 24 Stunden werden alle erfassten Werte zur weiteren Verarbeitung an die Datenerfassungszentrale auf dem Festland übermittelt.

Für die Erfassung der Werte für Temperatur, pH-Wert und Sauerstoffgehalt stehen die in der Tabelle aufgeführten Sensoren zur Verfügung, aus denen eine geeignete und begründete Auswahl getroffen werden sollte:

Eingangsgröße	Typ	Ausgangsgröße	Charakteristik	Eingangsbereich
Temperatur [K]	NTC für maritimen Einsatz	Widerstand	$R(T) = R_0 \cdot e^{B \cdot (\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0})}$ $R_0 = 10 \text{ k}\Omega$, $B = 3950 \text{ K}$, $T_0 = 298 \text{ K}$	$218 \leq T \leq 473 \text{ K}$
Temperatur [°C]	Thermoelement Typ K	Differenzspannung	$V(T) = S \cdot T^\circ$ $S = 41 \text{ }\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	$-200 \leq T \leq 1200 \text{ }^\circ\text{C}$
Ox%	Linearer optischer Fluoreszenzsensor	Strom	$4 \leq I_{out} \leq 20 \text{ [mA]}$	$0 \leq Ox\% \leq 200$
Ox%	Linearer elektrochemischer Sensor	Spannung	$0 \leq V_{out} \leq 3 \text{ [V]}$	$0 \leq Ox\% \leq 150$
pH	ISFET-Sensor	Spannung	$S = 50 \text{ mV/pH}$ Offset Null	$2 \leq \text{pH} \leq 12$
pH	Digitales Sensormodul	Digitales Signal	8 bit	$1 \leq \text{pH} \leq 14$

Wählen Sie auf der Grundlage der bereitgestellten Spezifikationen und Ihrer eigenen Kenntnisse, die Sie unter anderem durch Laborerfahrungen und im Rahmen eventueller Praktika (Bildungswege Schule-Arbeitswelt) erworben haben, einen Ihnen bekannten Mikrocontroller aus und treffen Sie zusätzliche Annahmen, die Sie für angemessen halten.

- Wählen Sie aus der in der Tabelle vorgeschlagenen Auswahl die für die Anwendung geeigneten Sensoren aus und begründen Sie Ihre Entscheidung. Zeichnen Sie anschließend das Blockschaltbild des Gesamtsystems, beschreiben Sie dessen Architektur, indem Sie die Funktion der einzelnen Blöcke definieren und legen Sie die Schnittstellen zwischen den Blöcken und zu den I/O-Pins des verwendeten Mikrocontrollers fest.
- Dimensionieren Sie die Schaltung, die erforderlich ist, um die Gleichspannung von 24 V in die Betriebsspannung des Mikrocontrollers umzuwandeln, sowie die Schaltung zur Erzeugung einer stabilen dualen Versorgungsspannung für die in den Schnittstellen verwendeten aktiven Bauelemente. Entwerfen Sie außerdem die Signalanpassungsschaltungen für zwei Sensoren, die Sie aus den in Teil a) ausgewählten Sensoren frei auswählen.


Ministero dell'Istruzione e del Merito
H024 - REIFEPRÜFUNG

- c) Beschreiben Sie eine mögliche Implementierungsvariante für die Antriebsblöcke des Wischers (Wiper) und des Ventils zur Öffnung des Futtertanks, nachdem Sie deren jeweilige Betriebsbedingungen angenommen haben. Entwickeln Sie anschließend den Algorithmus (als Flussdiagramm oder in Pseudocode) zur Steuerung des gesamten Prozesses.

TEIL II
Frage 1

In einem für die Kalibrierung elektronischer Messgeräte akkreditierten Labor konzentriert sich das Sicherheitsmanagement auf die Minderung von Risiken, die sich aus der Wechselwirkung zwischen Bediener, elektrischer Spannung, Lötstation und kontrollierter Umgebung ergeben. Beschreiben Sie die spezifischen Risiken am Arbeitsplatz (elektrische Risiken, ergonomische Risiken, kontrolliertes Mikroklima usw.) und legen Sie die zu ergreifenden Präventions- und Schutzmaßnahmen dar. Geben Sie unter Bezugnahme auf die geltenden Vorschriften (DPR 462/01) außerdem die Art und Häufigkeit der an der elektrischen Anlage des Labors durchzuführenden Überprüfungen an.

Frage 2

Ein NPN-Leistungs-BJT-Transistor, dessen technische Daten in der Tabelle aufgeführt sind, arbeitet bei einer Umgebungstemperatur T_A von 40 °C und wird mit $U_{CC} = 24$ V versorgt. Der Kollektorstrom I_C beträgt 1,5 A bei einem Spannungsabfall an der Last von $U_L = 12$ V.

Parameter	Symbol	Wert
Maximale Kollektor-Emitterspannung	$V_{CE,max}$	60V
Maximaler Kollektorstrom	$I_{C,max}$	3A
Maximale Verlustleistung ohne Kühlkörper	$P_{D,max}$	2W
Maximale Sperrschichttemperatur	T_J^{max}	150°C
Wärmewiderstand Sperrschicht - Gehäuse	$R_{\theta JC}$	3 °C/W
Wärmewiderstand Gehäuse - Kühlkörper	$R_{\theta CS}$	1 °C/W

*Ministero dell'Istruzione e del Merito***H024 - REIFEPRÜFUNG**

Nachdem die vom BJT abgegebene Leistung P_D berechnet und überprüft wurde, dass diese über der für das Bauelement zulässigen Höchstleistung liegt, ist der Einbau eines Kühlkörpers erforderlich, um die Sperrschichttemperatur T_J zu senken, die wie folgt sein muss:

$$T_J \leq T_J^{max}$$

wobei

$$T_J = T_A + P_D \cdot (R_{\theta JC} + R_{\theta CS} + R_{\theta SA})$$

Verwenden Sie die angegebenen Daten des BJT und folgende Formel, die für einen Kühlkörper gilt:

$$R_{\theta SA} = \frac{1}{h \cdot A}$$

Wobei gilt:

h ist der Wärmeübergangskoeffizient

A ist die gesamte Oberfläche des Kühlkörpers

Berechnen Sie schließlich die minimal notwendige Oberfläche des Kühlkörpers, wenn man als Material Aluminium (Koeffizient $h = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$) oder Kupfer (Koeffizient $h = 12 \text{ W/m}^2\text{K}$) einsetzt. Schätzen Sie das Volumen des Kühlkörpers, falls er eine würfelförmige Geometrie besitzt.

Frage 3

In einem Projekt kommt eine Mikrocontroller-Platine mit einer Versorgungsspannung von 3,3 V und einem maximalen Strom pro Pin von 12 mA zum Einsatz. Das System soll um folgende Komponenten erweitert werden:

- 4 analoge Sensoren mit einer Ausgangsdynamik von 0-3,3 V
- 1 DC-Motor 12 V / 500 mA mit Drehzahlsteuerung
- 1 Magnetventil 24 V / 200 mA (ON/OFF)
- 3 LED-Anzeigen zu je 5 mA

Auf der bestehenden Mikrocontroller-Platine stehen jedoch nur noch 6 Pins zur Verfügung, und zwar 2 analoge Eingänge, 3 digitale I/O und 1 PWM-Ausgang. Schlagen Sie eine mögliche Lösung zur Implementierung der zusätzlichen Komponenten vor und stellen Sie diese in einem Blockschaltbild dar. Dimensionieren Sie anschließend die Treiberschaltungen für den Gleichstrommotor und das Magnetventil.

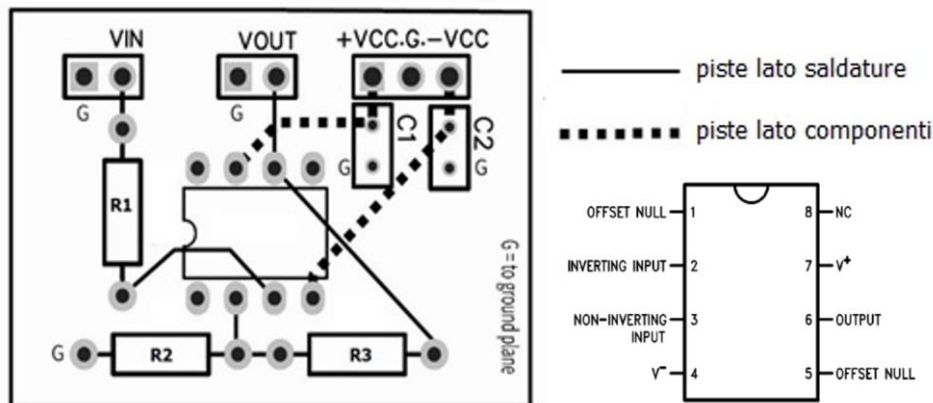


Ministero dell'Istruzione e del Merito

H024 - REIFEPRÜFUNG

Frage 4

In der Abbildung ist eine im Labor gefertigte, zweilagige Leiterplatte mit Through-Hole-Bestückung dargestellt. Die Leiterplatte besitzt eine Bauteilseite (Top), auf der sich Leiterbahnen und Bauteile befinden, während die Lötseite (Bottom) überwiegend als Massefläche sowie für Hilfsleiterbahnen genutzt wird.



Legende: piste lato saldature = Lötseitenleiterbahnen
 piste lato componenti = Bauteilseitenleiterbahnen

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass es sich bei dem integrierten Schaltkreis um einen OPV vom Typ $\mu A741$ handelt, erstellen Sie den entsprechenden Schaltplan, identifizieren Sie die Schaltungsart und überprüfen Sie deren korrekte Implementierung. Beschreiben Sie das Vorgehen zur Überprüfung der elektrischen Durchgängigkeit der Verbindungen sowie zur Messung der Eingangs- und Ausgangsimpedanz des integrierten Bauelements. Erklären Sie abschließend die Funktion der einzelnen passiven Bauelemente in der Schaltung.

Dauer der Arbeit: 6 Stunden

Der Gebrauch technischer Handbücher ist erlaubt.

Der Gebrauch wissenschaftlicher und/oder grafischer Taschenrechner ist erlaubt, sofern diese nicht mit einem CAS (Computer Algebra System) oder SAS (Symbolic Algebra System) ausgestattet sind und keine Verbindungsmöglichkeit zum Internet aufweisen.

Der Gebrauch eines deutschsprachigen Wörterbuchs ist erlaubt.

Der Gebrauch eines zweisprachigen Wörterbuchs (Deutsch - Sprache des Herkunftslandes) ist für Kandidatinnen und Kandidaten mit nicht deutscher Muttersprache erlaubt.

Das Schulgebäude darf erst drei Stunden nach Bekanntgabe des Themas verlassen werden.