Gebäudeautomation

Klausur vom 14. Juli 2025

Jörn Loviscach

Versionsstand: 14. Juli 2025, 10:14

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Germany License. To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/ or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

Drei Punkte pro Aufgabe. Mindestpunktzahl zum Bestehen: 15 Punkte. Hilfsmittel: maximal zwei einseitig beschriftete oder ein beidseitig beschrifteter DIN-A4-Spickzettel beliebigen Inhalts, möglichst selbst verfasst oder zusammengestellt; Wörterbuch (z. B. Deutsch–Portugiesisch); kein Skript, keine andere Formelsammlung, kein Taschenrechner, kein Computer (auch nicht wearable), kein Handy. Diesem Aufgabenzettel liegt ein ausgedrucktes Mollier-Diagramm bei.

Fingerübungen

1. Berechnen Sie die Luftwechselrate, die nötig ist, um in einem Raum von $50\,\mathrm{m}^3$ mit drei Personen den CO_2-Gehalt bei 900 ppm zu halten. Die Außenluft hat 500 ppm.

2. Skizzieren Sie das hydraulische Schema einer Beimischschaltung mit Kessel und Heizkreis. Markieren Sie alle Stellen, an denen sich die Volumenströme ändern, wenn die Sekundärkreistemperatur erhöht wird.

3. Begründen Sie mit dem Mollier-Diagramm, dass bei Verdunstungskühlung nie die Taupunkttemperatur erreicht wird. (ca. drei Sätze und/oder Skizze)

4. Warum verwendet man in vielen Klimaanlagen einen Anteil an Umluft, statt die gesamte Luft über die Außenluft zu beziehen? Erläutern Sie zwei Aspekte, die dafür sprechen, und einen Aspekt, der dagegen spricht (jeweils ein Satz).

5. Eine Lüftungsanlage mit Plattenwärmetauscher behandelt $5000\,\mathrm{m}^3/\mathrm{h}$ Außenluft. Die Rückwärmzahl ist gleich 67 % = 2/3. Die Außenluft hat eine Temperatur von 5 °C und eine relative Feuchte von 50 %. Die Raumluft hat eine Temperatur von 20 °C und eine relative Feuchte von 40 %. Welche Zusatzheizleistung (in kW) ist erforderlich, um Zuluft einer Temperatur von 24 °C zu erhalten? Verwenden Sie geeignete Vereinfachungen.

6. Beschreiben Sie drei Herausforderungen (jeweils ein Satz) beim Einsatz von Maschinenlernen für Aufgaben der Gebäudeautomation.

Bitte wenden!

Kreative Anwendung

7. Das thermische Verhalten eines Raums kann man mit Widerständen, Kondensatoren usw. elektrisch nachahmen. Angenommen, der Raum enthält eine mit Phasenwechselmaterial gefüllte Wand und aktuell ist die eine Hälfte dieses Materials geschmolzen und die andere erstarrt. Was ist dann die aktuelle elektrische Entsprechung der Wand? (ca. drei Sätze und/oder Skizze)

8. Erklären Sie (ca. drei Sätze), warum die Gebäudezeitkonstante sinkt, wenn man mehr Fenster einbaut.

9. Eine Heizungsanlage versorgt drei identisch aufgebaute und eingestellte Räume in Parallelschaltung. Die Anlagenkennlinie sei bekannt. Nun wird der entfernteste der drei Räume abgetrennt. Wie kann man aus der ursprünglichen Anlagenkennlinie die nun geänderte Anlagenkennlinie konstruieren?

10. Ein P-Regler wirkt auf ein Heizgerät in einem Raum ohne Lüftung. Die Stellgröße $y = 0 \ldots 1$ stellt linear die Heizleistung $\dot{Q} = 0 \ldots 2000\,\mathrm{W}$ ein. Der P-Regler ist so parametriert, dass der Verstärkungsfaktor (also die Steigung K_p) den Wert $0{,}5\,\mathrm{K}^{-1}$ hat und dass bei einem Istwert von 22 °C die Stellgröße y den Wert 0,3 hat. Die Außentemperatur beträgt 7 °C, der Transmissionswärmeverlust beträgt 50 W/K. Welche Temperatur strebt der Raum langfristig an? (Rechnung oder grafische Lösung)

11. Model Predictive Control verlangt, eine Zielfunktion zu programmieren. Beantworten Sie dazu die folgenden Fragen (jeweils ein Satz):

    (a) Warum optimiert man nur eine einzige Zielfunktion, statt für verschiedene Aspekte (Komfort, Kosten, ...) jeweils eigene Zielfunktionen zu optimieren?

    (b) Wie lässt sich „thermischer Komfort“ rechnerisch als Zahl ausdrücken?

    (c) Meist bildet man die Zielfunktion als Summe $w_{\text{Komfort}} + w_{\text{Kosten}} + \cdots$ verschiedener Anteile. Inwiefern ändert sich das Ergebnis der Optimierung, wenn man statt der Summe das Maximum $\max(w_{\text{Komfort}}, w_{\text{Kosten}}, \ldots)$ nimmt, also den größten Einzelwert?

12. In der Gebäudeautomation sind die drei Vernetzungsstandards BACnet, KNX, Modbus/TCP verbreitet. Erklären Sie an drei Aspekten (jeweils ein Satz), weshalb diese drei Standards unterschiedlichen Aufgaben dienen.

Die Aufgaben sind durch ChatGPT o3 und Claude Sonnet 4 inspiriert.