

Gebäudeautomation

Klausur vom 22. Juli 2024

Jörn Loviscach

Versionsstand: 22. Juli 2024, 11:48



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

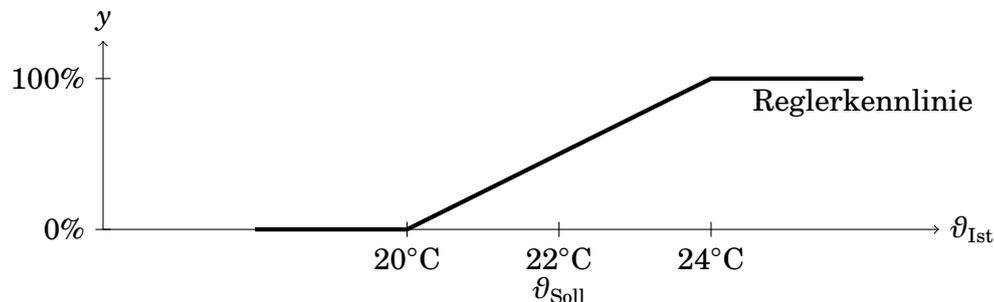
1. Ein dicht besetzter ICE-Zug bleibt auf der Strecke liegen. Die Lüftung fällt aus; die Fenster lassen sich nicht öffnen; die Außentüren darf man nicht öffnen. Pro Waggon gibt es 60 Personen in einem Luftvolumen von 150 m^3 . Anfangs beträgt der CO_2 -Gehalt der Innenluft 600 ppm. Schätzen Sie, nach welcher Zeit er 1000 ppm erreicht. Rechenweg!
2. Ein geschlossener Raum wird modelliert mit einer Kapazität von 100 kJ/K für die Raumluft und 1000 kJ/K für die Wände. Der Wärmeübergang zwischen Luft und Wänden wird als Widerstand von 0,001 K/W modelliert. Angenommen, der Raum ist seit Stunden auf 20°C temperiert. Nun wird kurz stoßgelüftet, so dass die Luft überall eine Temperatur von 15°C hat. Wie hoch ist unmittelbar danach der Wärmestrom von den Wänden zur Luft?
3. Ein lineares Ventil hat einen K_{V100} -Wert von $2,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Bei welchem Differenzdruck fließen $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ durch das mit 50 % Hub geöffnete Ventil? Denk- oder Rechenweg!
4. Ein Ventilator fördert $3600 \text{ m}^3/\text{h}$ Luft bei einem Differenzdruck von 250 Pa. Wie groß ist die theoretische Leistungsaufnahme des Ventilators? Vernachlässigen Sie den Wirkungsgrad.
5. Beschreiben Sie drei Anwendungen von digitalen (Gebäude-)Zwillingen in der Gebäudeautomation (jeweils ein Satz).

Bitte wenden!

6. Auf einer Etage mit Büroräumen soll die Beleuchtung automatisiert werden. Man denkt über den Einsatz eines Raspberry Pi, eines KNX-Controllers oder einer SPS nach. Nennen Sie drei wichtige Aspekte dieses Problems. Für jeden dieser drei Aspekte begründen Sie, welcher der Lösungsansätze (Raspi, KNX, SPS) jeweils der beste ist (insgesamt drei Sätze).

Kreative Anwendung

7. Erklären Sie drei Faktoren, die in der Heizsaison eine Nachtabsenkung der Raumtemperatur effizient machen (jeweils ein Satz).
8. Die folgenden Größen werden an einer hydraulischen Weiche gemessen. Welche Beziehung muss zwischen ihnen wegen der Energieerhaltung gelten?
 $\vartheta_{I,\text{ein}}$, $\vartheta_{II,\text{aus}}$, $\vartheta_{II,\text{ein}}$, $\vartheta_{I,\text{aus}}$: die Temperaturen an den vier Anschlüssen, \dot{V}_I bzw. \dot{V}_{II} : der Volumenstrom im Primär- bzw. Sekundärkreis.
9. Eine Klimaanlage kühlt $10.000 \text{ m}^3/\text{h}$ Luft von 36°C und 60% relativer Feuchtigkeit auf 20°C ab. Wie viele Liter Kondenswasser fallen dabei pro Stunde mindestens an?
10. Ein quaderförmiges, $50\text{m} \cdot 50\text{m} \cdot 10\text{m}$ großes Bürogebäude soll energetisch saniert werden. Schätzen Sie grob, welche der beiden folgenden Maßnahmen am meisten Heizenergie sparen kann. Machen Sie plausible Annahmen, wo nötig. Rechenweg!
- Austausch der Fenster (U -Wert von $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, 30% der Fassadenfläche)
 - Installation von Wärmerückgewinnung (Rückwärmzahl $0,7$) in die vorhandene Lüftungsanlage
11. Eine Lüftungsanlage benutzt einen P-Regler mit der dargestellten Kennlinie, um die Kühlleistung $y = 0 \dots 100\%$ gemäß der Raumtemperatur ϑ_{Ist} einzustellen. Zeichnen Sie beispielhaft ein, wie die Raumtemperatur von der Kühlleistung abhängen könnte, wenn man die Kühlleistung fest (statt geregelt) wählt und annimmt, dass alle Störungen (Außentemperatur, Personenzahl, ...) konstant sind. Begründen Sie dann, warum beim P-Regler eine bleibende Regelabweichung zu erwarten ist (ca. zwei Sätze).



12. Ein Gebäude verwendet ein Energiemanagementsystem, das Photovoltaik, Batteriespeicher und Wärmepumpe integriert und die Wettervorhersage berücksichtigt. Das System soll per MPC geregelt werden. Erläutern Sie drei für die Umweltfreundlichkeit sinnvolle Summanden der Zielfunktion (jeweils ein Satz).