

Projekt 2 – Aufgabe 2 – Arbeitsaufwand ca. 16 h

Ausgabe Fr. 12. Nov. 2010,

Abgabe Fr 03. Dez. 2010, 18:00 Uhr.

Aufgabenstellung:

Die Möglichkeiten der modernen Medizin wäre ohne den Einsatz von Infusionspumpen, die der hochgenauen kontrollierten Zufuhr von Medikamenten an Patienten über einen längeren Zeitraum dienen, deutlich eingeschränkt. Ein häufig zur Förderung relativ großer Fördervolumina eingesetzter Typ von Infusionspumpe ist die Rollenpumpe, die durch das Walken des Schlauchs, der das Medikament vom Beutel zum Patienten führt, eine Förderung vornimmt. In Bild 1 ist der Antriebsmechanismus einer Rollenpumpe skizziert. Auf dem Rollenträger mit dem wirksamen Radius r_T sind vier Rollen mit dem Radius r_R montiert. Wird der Rollenträger mit den Rollen mit der Winkelgeschwindigkeit ω (die mit dem Winkel φ die Eingangsgröße für die Pumpe darstellt) gedreht, wird der Schlauch gegen den Schlauchträger mit dem Radius r_A gepresst, verformt und so das Medikament im eingelegten Schlauch mit dem Volumenstrom q_M (also der Ausgangsgröße) in den Patienten gefördert.

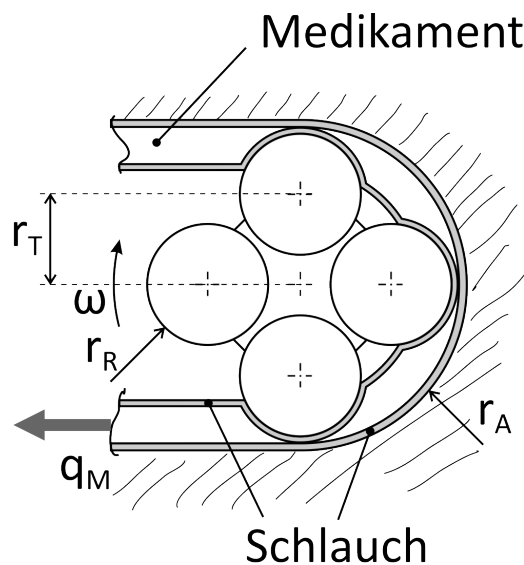


Bild 1: Schema des Antriebs einer Rollenpumpe

Für die genaue Förderung ist es notwendig, ein gutes Modell für die Interaktion zwischen Schlauch und Pumpe zu kennen, da es extrem schwierig ist, eine ausreichend genaue Messung des Medikamentenvolumenstroms für alle unterschiedlichen Medikamente vorzunehmen. Fehler im Modell der Interaktion wirken sich 1:1 auf die Fördergenauigkeit der Pumpe aus.

Hinweis:

Betrachten Sie für die Modellierung der Rollenpumpe die Dicke des Schlauches *nicht* als Bestandteil des Schlauchs, sondern betrachten Sie ihn gedanklich als Bestandteil von Rollen und Träger, und gehen Sie dann davon aus, dass das Medikament auf 'magische Weise' die durch den Schlauch vorgegebene Form beibehält. Das vereinfacht die Modellierung erheblich!

Daten:

Parameter von Pumpe und Schlauch (siehe auch Bilder auf den nächsten Seiten!):

$$\begin{aligned} r_a &= 2 \text{ mm} \\ r_i &= 1 \text{ mm} \\ r_R &= 8 \text{ mm} \\ r_A &= 160 \text{ mm} \end{aligned}$$

Projekt 2 – Aufgabe 2 – Arbeitsaufwand ca. 16 h

Ausgabe Fr. 12. Nov. 2010, Abgabe Fr 03. Dez. 2010, 18:00 Uhr.

Teilaufgaben

- 1.) Beschreiben Sie die in der Pumpe stattfindenden Prozesse, Subsysteme und das Gesamtsystem.
<5 Punkte>
- 2.) Ermitteln Sie zunächst die Kennlinie der Innenquerschnittsfläche A_q , die der Schlauch aufweist, wenn er durch die Rollen auf eine gegebene Höhe abgequetscht wird. Gehen Sie dabei davon aus, dass der Schlauch durch das Abquetschen eine Form erhält, die einem Kreis mit durch oben und unten in gleichen Abstand vom Mittelpunkt parallel liegende Sekanten entspricht. Bild 2 verdeutlicht die Form des abgequetschten Schlauches.
<10 Punkte>

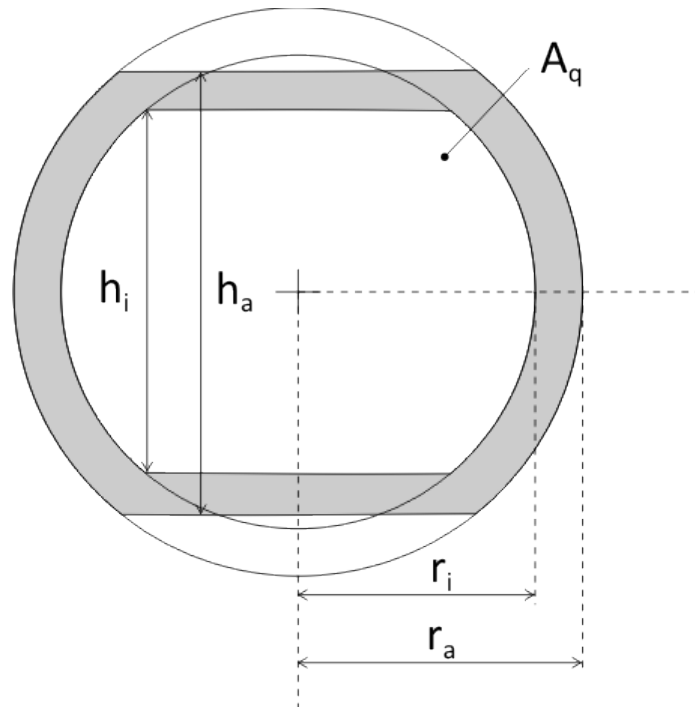


Bild 2: Innenquerschnitt des Schlauchs beim Abquetschen durch die Rollen

Projekt 2 – Aufgabe 2 – Arbeitsaufwand ca. 16 h

Ausgabe Fr. 12. Nov. 2010,

Abgabe Fr 03. Dez. 2010, 18:00 Uhr.

- 3.) Erstellen Sie ein Modell für die Förderrate, die durch die Rollenpumpe in den Patienten gefördert wird.

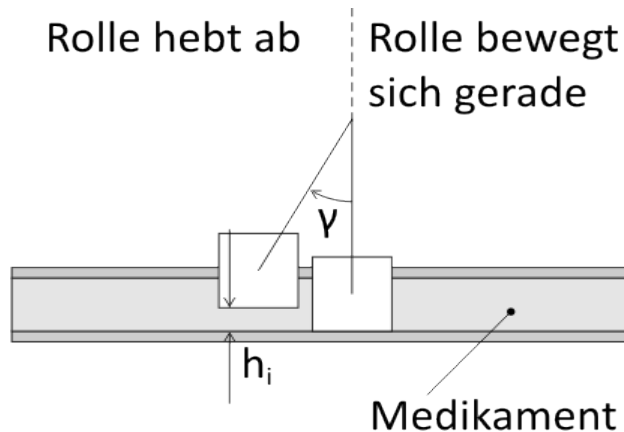


Bild 3: Modell des Volumenelements beim Abheben der Rollen

Betrachten Sie dazu ein sinnvollerweise als gerade genähertes Volumenelement in Form des Schlauchs am Ausgang der Rollenpumpe, das auf der linken Seite nicht mehr von den Rollen berührt wird. Erstellen Sie für dieses Volumenelement eine Volumenstrombilanz. Betrachten Sie dazu rechts das in das Schlauchstück 'einfließende' Volumen von Medikament und Rolle, links das ausfließende Volumen des Medikaments und ggf. oben das 'ausfließende' Volumen, dass durch das Abheben der Rollen entsteht, in Abhängigkeit von der Winkelgeschwindigkeit ω und dem Winkel γ . Nähern Sie dabei die wirksame den Schlauch abquetschende Fläche der Rollen durch ein Quadrat mit der Seitenlänge $1,8 \cdot r_R$ an. Gehen Sie dabei davon aus, dass sich Rollen und Medikament an allen Stellen im Schlauchquerschnitt gleich schnell bewegen. Wie hängt das Modell dann mit φ zusammen?

<25 Punkte>

- 4.) Fügen Sie alle einzelnen Modellteile zu einem gemeinsamen Wirkungsplan (kein Simulink-Modell!) zusammen, der die Winkelgeschwindigkeit ω als Eingangsgröße und den Volumenstrom des Medikaments als Ausgangsgröße hat. Es reicht dabei aus, die drei Blöcke der grundsätzlichen Volumenbilanz als nichtlineare Kennlinien zu betrachten; modellieren Sie aber auf jeden Fall die Umschaltung zwischen Abheben und nicht-Abheben der Rollen, z.B. über eine Kennlinie und einen Multiplizierer.

<10 Punkte>

Projekt 2 – Aufgabe 2 – Arbeitsaufwand ca. 16 h

Ausgabe Fr. 12. Nov. 2010, Abgabe Fr 03. Dez. 2010, 18:00 Uhr.

Folgende Festlegungen sind zwingend:

- 1) Auf allen Ausarbeitungen und files ist der **Header** - wie folgt - vorne an zu stellen:

MFB420-ModSim-WS2010-Projekt2

Aufgabe 2 - Gruppe xx

<i>Stud.Nr.</i>	<i>Name</i>	<i>Vorname</i>	<i>Mat.Nr.</i>	

Bitte soviel Zeilen anfügen wie die Gruppe xx Teilnehmer hat. Aufgabe und Gruppe richtig stellen.

- 2) Eine Gruppe xx hat maximal 2 Teilnehmer.
Die Gruppenzuordnung bzw. Ihre GruppenNr. xx ist dem Aushang zu entnehmen. Die Gruppenzuordnung kann nach dem Ausgabetermin nicht mehr geändert werden.
- 3) Wir erwarten eine **Ausarbeitung in Papierform**, einfach geklammert. Druckform oder Handschrift.
Die Gliederung / Details finden Sie bei der Aufgabenstellung.
Abgabe bitte in das Postfach Wallrapp gegenüber Dekanat. Termin siehe oben.
Eine Gruppe gibt nur eine Ausarbeitung ab.
- 4) Die Arbeit wird mit ca. 50 Punkten bewertet.
Bei Gruppenarbeit lassen Sie bitte erkennen, wer in der Gruppe welchen Anteil erbracht hat.
Sind n Arbeiten identisch, so erhalten alle Kandidaten dieser Arbeiten nur x/n Punkte.