

Funktionsprinzip der Niveauüberwachung

Frank Sieburg, Produkt-Manager Herz-Lungen-Maschinen, Dipl.-Ing. Roman Wysocki, Elektronische Entwicklung, Sorin Deutschland GmbH, 80939 München

Liebe Leserinnen und Leser,

in den folgenden Ausgaben der KARDIO-TECHNIK stellen wir Ihnen in der Rubrik Fortbildung ausgewählte Funktions- oder Messprinzipien von Medizinprodukten aus der Herzchirurgie vor. Für die Vermittlung dieser technischen Basics wenden wir uns an Entwickler und Herstellerfirmen, um Ihnen die Kenntnisse aus erster Hand zu liefern.

Der Redaktion ist es ein großes Anliegen, die Rubrik weiterhin neutral und weitestgehend werbefrei zu gestalten. Aus diesem Grund dürfen Sie erwarten, dass wir Ihnen über den gesamten Zeitraum ein abwechslungsreiches Autorenspektrum bieten und zu den jeweiligen Beiträgen auch Produkte anderer Anbieter erwähnen. Gerne nimmt die Redaktion der KARDIOTECHNIK auch Anregungen und Vorschläge für Beiträge dieser Rubrik entgegen.

In der Ausgabe 2/2007 der KARDIO-TECHNIK startet dieses Konzept mit der Vorstellung des modernen Funktionsprinzips eines Level-Sensors.

Alexander Vehling, Schriftleiter

STÖCKERT NIVEAUSENSOR II (2. GENERATION)

Einführend ist anzumerken, dass die Niveauüberwachung üblicherweise der Pumpe zugewiesen wird, die den arteriellen Blutfluss übernimmt. Hierbei handelt es sich um einen Sensor zur nichtinvasiven Überwachung von Blutniveau im Reservoir eines extrakorporalen Kreislaufs. Für

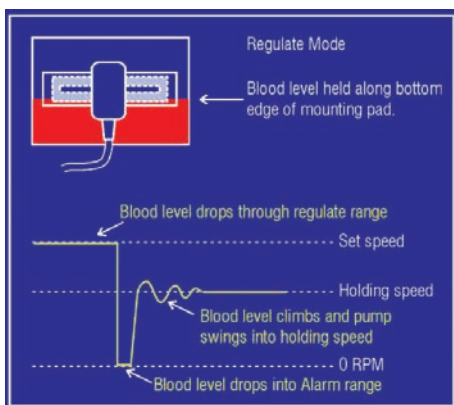


Abb. 1: Schematische Darstellung des Regelbetriebs

die Steuerung des Niveaus sind zwei Betriebsarten möglich (siehe Abb.1):

- Start-Stopp-Betrieb: Bei Erreichen des Stoppniveaus wird die zugeordnete Pumpe angehalten. Sobald der Pegel wieder über das Stoppniveau steigt, wird die Pumpe automatisch gestartet und geht auf die voreingestellte Drehzahl zurück.
- Regelbetrieb: Die Pumpendrehzahl wird so weit reduziert, dass sich ein konstanter Pegel (oberhalb des Stoppniveaus) einstellt.

Die Arbeitsmethode des bei Stöckert-Herz-Lungen-Maschinen verwendeten Niveausensors II (2. Generation) basiert auf dem Prinzip der Kapazitätsänderung, durch Veränderung des Dielektrikums eines Kondensators. Zwei Metallstreifen, in einem Kunststoffträger eingebettet, werden auf die Reservoirwand geklebt. Die beiden Metallstreifen bilden zusammen mit dem

1:70). Bei einer Niveauänderung des Blutpegels innerhalb dieses Bereichs ändert sich deshalb auch die Kapazität des durch die Metallstreifen nachgebildeten Kondensators.

Der Kondensator (Metallstreifen) ist in dem frequenzbestimmenden Teil des Sensors angebracht. Die Oszillatorfrequenz des Sensors ist sehr hoch ausgewählt (ca. 1 GHz), so dass geringe Kapazitätsänderungen des Kondensators relativ große Frequenzänderungen verursachen. Der Oszillator ist so dimensioniert, dass die optimalen Phasenbedingungen für die Signalkrückkopplung nur in einem schmalen Bereich seiner höchsten Frequenz, d. h. wenn im Reservoir Luft ist, erfüllt werden kann. Wird das Reservoir mit Blut gefüllt, ist die Kapazität des Kondensators so groß, dass bei dieser Frequenz die Rückkopplung des Signals zu klein wird und der Oszillator aussetzt.

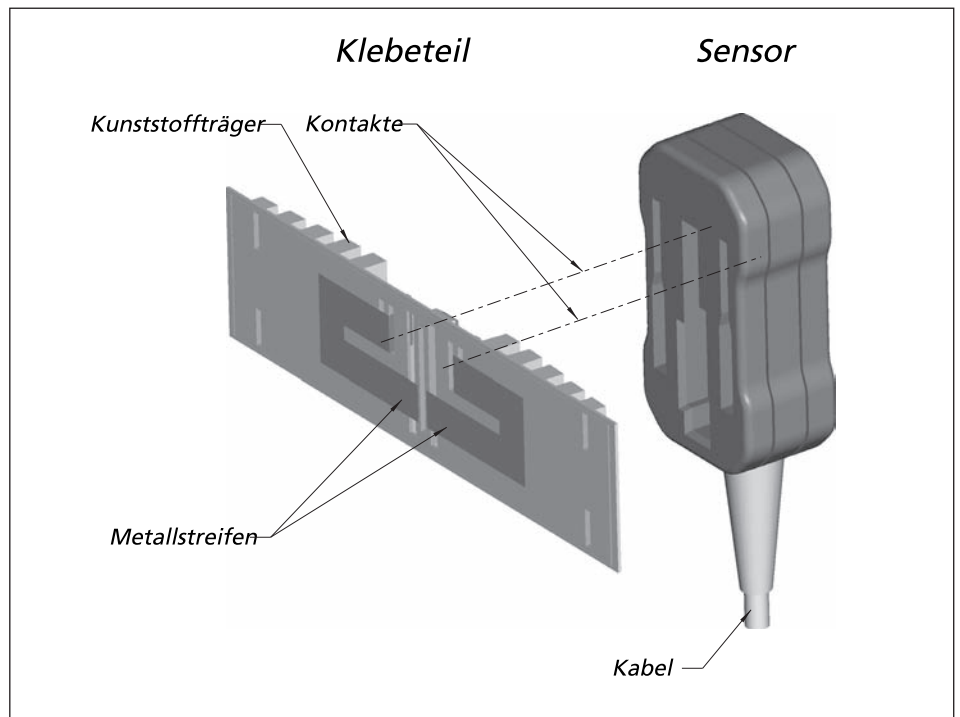


Abb. 2: Aufbau des Stöckert Niveausensors II

leeren bzw. mit Flüssigkeit gefüllten Reservoir als veränderlichem Dielektrikum den Kondensator. Die Hardware als solches besteht aus dem bereits erwähnten Klebteil mit Metallstreifen und dem eigentlichen Sensor (siehe Abb. 2).

Luft weist eine wesentlich geringere Dielektrizitätskonstante auf als Blut (etwa

Die wesentlichen Vorteile dieser Arbeitsmethode sind, dass jegliche Störsignale durch Fremdlicht, durch Flüssigkeitsfilme an der Reservoirwand oder durch elektromagnetische Einflüsse verhindert werden.

Des Weiteren werden bei dieser Methode nur zwei Betriebszustände des Oszillators ausgewertet:

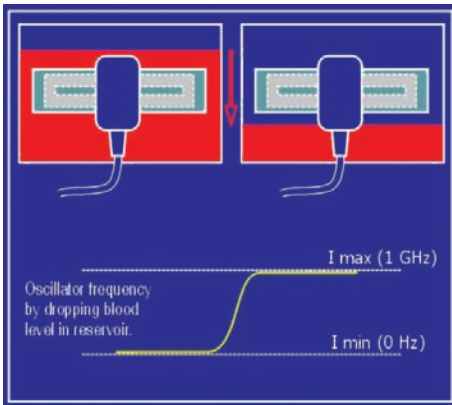


Abb. 3: Betriebszustand des Oszillators mit entsprechender Änderung der Stromaufnahme

1. Blut im Bereich des Sensors – Oszillator schwingt nicht
2. Luft im Bereich des Sensors – Oszillator schwingt (ca. 1 GHz)

Diese beiden Zustände resultieren in einer Änderung der Stromaufnahme aus der Steuer- und Auswertungs-elektronik um den Faktor 1:10 ($I_{max} = 10 I_{min}$). Das Dielektrikum ändert sich beim Übergang von Luft in Flüssigkeit bzw. von Flüssigkeit in Luft. Das so gewonnene Signal (Start-, Stopp- oder Regelbetrieb) wird im Sensormodul ausgewertet und an die entsprechende Pumpe weitergeleitet (siehe Abb. 3).

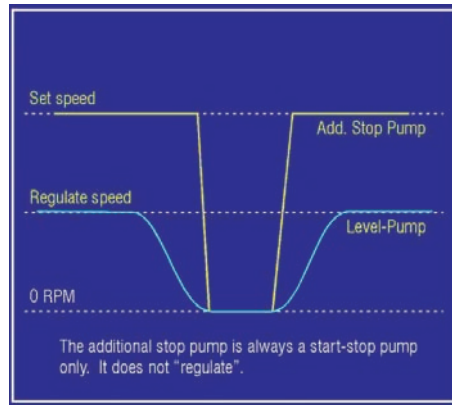


Abb. 4: Funktionsprinzip der Niveauüberwachung mit einer zusätzlichen Stopp-Pumpe

Die Niveauüberwachung erlaubt auch eine direkte Ansteuerung einer zweiten Rollerpumpe. Diese Kontrollfunktion ist ausschließlich eine Start-Stopp-Funktion (siehe Abb. 4). Die zusätzliche Pumpe wird gestoppt, wenn die Niveauüberwachung die Hauptpumpe zum völligen Stillstand gebracht hat. Diese Funktion der zusätzlichen Stopp-Pumpe wird üblicherweise verwendet, wenn kein Kardioplegie-Modul verfügbar ist.

Frank.Sieburg@sorin.com
Roman.Wysocki@sorin.com

Ebenso arbeiten die Level-Sensoren der Firmen Maquet und Medtronic durch Messung der Kapazitätsänderung aufgrund der niveauabhängigen Dielektrizitätskonstante. Die Niveauüberwachung der Herz-Lungen-Maschinen von Terumo erfolgt mit Hilfe einer Ultraschallsensorik.

Ein Anspruch auf vollständige Nennung sämtlicher Anbieter und Funktionsprinzipien ist nicht gegeben!

Die Redaktion