

## RHEX-SZERŰ HEXAPOD ROBOTLÁB DINAMIKUS MODELLEZÉSE, OPTIMALIZÁLÁSA ÉS A LÁB VALIDÁLÁSÁRA SZOLGÁLÓ MÉRŐMŰSZER FEJLESZTÉSE

Szerző: **BESSENYEI Szilárd**, II. évfolyam, mesterképzés (bessszilard@gmail.com)

Témavezető: **BURKUS Ervin** főiskolai tanársegéd

Intézmény: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar,  
Irányítástechnika és Informatika Tanszék, Budapest

Az RHex egy bioinspirált, hat lábú robot mely lábanként egy-egy aktuátorral rendelkezik. Lábai C formájúak melyek teljesen körbe tudnak fordulni. A robot megfelelő dinamikus viselkedéséhez elengedhetetlenül fontos a lábparaméterek hangolása.

A dolgozat bemutatja egy Rhex-szerű robot lábának tervezését, megvalósítását, valamint a lábak szimulációjának eredményeit, a Test Bench lábparamétert mérő műszer megépítését és az általa validált eredményeket. Geometriáját tekintve a láb félkör formájú. Optimális rugóállandója és mechanikai terhelhetősége a robot tömege alapján számítható. A megtervezett láb CAD modellje és anyagának mechanikai tulajdonságai alapján, végelelemes módszerrel lett meghatározva a láb rugóállandója, sajátfrekvenciája és mechanikai terhelhetősége. A dolgozat ismerteti többfajta anyagú és megmunkálási technológiájú láb megvalósítását is.

A szimulációs eredmények validálása a saját fejlesztésű Test Bench mérőműszer segítségével történt. A Test Bench négy fő részből áll: lábütő készülék, motormeghajtó, mérőáramkör és számítógépes kezelőfelület. A lábütő készüléken egy DC motor által meghajtott forgattyús mechanizmus található. A motor szabályozását és meghajtását, valamint a jelek előzetes feldolgozását, illetve digitalizálását egy erre a célra kialakított ARM Cortex-M4 mikrovezérlővel rendelkező beágyazott felület végzi. A mérési folyamat öt szakaszból áll: pályagenerálás, motorszabályozás, analóg bemenetek beolvasása, digitális szenzorok leolvasása, a mért adatok továbbítása a számítógépnek. A folyamat vezérlése és a jelek megjelenítése egy .NET alapú számítógépes kezelőfelületen történik.

Jellegüket tekintve, a méréseket feloszthatjuk statikus és dinamikus mérésekre. Statikus mérésekkel a láb terhelhetősége és rugóállandója számítható ki, dinamikus mérésekkel pedig a láb csillapítása, illetve sajátfrekvenciája.

**Kulcsszavak:** RHex, C alakú robotláb, modellezés, validálás, mérőműszer

# MODELLING AND OPTIMIZATION OF AN RHEX LIKE ROBOT'S LEG AND THE DEVELOPMENT OF A MEASURING DEVICE BUILT FOR ITS VALIDATION

*Author:* **Szilárd BESSENYEI**<sup>1</sup>, second-year MSc student (bessszilard@gmail.com)

*Supervisor:* **Ervin BURKUS**<sup>2</sup>, assistant lecturer

*Institution:* <sup>1</sup>Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Department of Control Engineering and Information Technology, Budapest

<sup>2</sup>University of Dunaújváros, Department of Information Technology, Dunaújváros

The RHex is a bio-inspired six-legged machine with one actuator for each leg. The C-shaped legs can turn completely around, so its movement is similar to a wheeled robot. The tuning of the leg parameters is crucial for the appropriate dynamic behaviour of the robot.

The paper presents the design and realization of an RHex-like robot's leg as well as the simulation results, along with the construction of the Test Bench measuring device and its validation results. The leg's geometry is a half circle, and its optimal spring constant and mechanical endurance can be calculated from the robot's weight. The spring constant, mechanical endurance, and natural frequency were determined from the leg's CAD model and the used material's mechanical characteristics using finite element analysis. The paper presents multiple variations for creating the leg with different materials and processing techniques.

The Test Bench measuring device was used for the validation of the simulation results. The Test Bench has four main parts: leg-hitting device, driving part, measuring circuit, and a computer interface. The leg-hitting device consists of a crank mechanism driven by a DC motor. The DC motor control, the drive and the signal pre-processing, and digitization are done by an embedded environment with an ARM Cortex-M4 microcontroller. The measuring process has five stages: path generation, motor control, analogue input read, digital sensor read, and transmission of the measured values to the computer. The control of the process, as well as the visualization of the signals, is achieved by a .NET-based computer interface.

The measurements can be divided into static and dynamic measurements. With the former, we can calculate the leg's spring constant and endurance, while the latter is used for calculating the characteristic frequency and attenuation.

*Keywords:* **RHex, C-shaped robot leg, modelling, validation, measuring instrument**