

## **Two Ph.D. positions in Electrical and Computer Engineering at the University of Iceland: Underwater Robotics Sensor Multi-Mode Networks and Remote Power Charging**

Two funded Ph.D. positions in Electrical and Computer Engineering at The Faculty of Electrical and Computer Engineering of the University of Iceland in Reykjavik are open for application. The positions are for three years starting in the fall semester 2023. The successful candidates will be a part of a large research project related to underwater communications and robotics in Iceland which is supported by a grant of excellence from the Icelandic Research Fund administered by Rannis ([www.rannis.is](http://www.rannis.is)).

### ***The project: HAF: Underwater Robotics Sensor Networks with Multi-Mode Devices and Remote Power Charging Capabilities***

Recent developments in the field of communications, smart devices and networks have given new opportunities for underwater activities. There are however two hurdles to applying the recent technologies for underwater purposes. CHALLENGE 1: The natural attenuation of electromagnetic signals in the ocean, which renders radio communications practically useless. Thus, most of the communications in the ocean has so far been carried out through acoustic signals, which have a very limited bandwidth and accordingly very low data rates. CHALLENGE 2: The second hurdle is the need for long-term powering of electronic devices. Replacing batteries in devices/instruments/sensors that are placed far away and deep underwater is not practical. Unlike devices/instruments/sensors on land/terrestrial, there is no solar or wind power harvesting to keep them energized for an extended time. The objectives of the HAF project are to carry out research on the viability of solutions to these challenges and demonstrate how they may be applied to bring the recent technologies of communications, smart devices and networks to the world of underwater monitoring and activities in the North Atlantic area. The HAF overall objective is to design and develop an autonomous Underwater Robotic Sensor Network (URSN), with multi-mode (acoustic and magnetic induction mode) devices and underwater remote power charging capabilities for long-time operation that can co-operatively accomplish their missions and communicate with nearby robots and distant base stations. The project is divided into four main work packages: WP1 - Acoustic Ultra-Massive MIMO (Multiple Input Multiple Output), WP2 - High-Performance Magnetic MIMO, WP3 - Multi-robot Co-operative Ultra-Massive MIMO, and WP4 - Autonomous Underwater Power Delivery. Further information on the project can be found here: <https://haf.hi.is/>

### **Research group**

The research is directed by three employees from the Faculty of Electrical and Computer Engineering of the University of Iceland: Professor Kristinn Andersen and Adjunct Professor Ian F. Akyildiz who will lead WP1 and WP3 respectively, and Research Specialist Saemundur E. Thorsteinsson who will lead WP2. Furthermore, Director of Engineering Technology Karl S. Gudmundsson will lead WP4 and Professor Magnus Orn Ulfarsson will also provide his expertise. Other partners are Dr. Theresa Silva from the Icelandic Marine and Freshwater Research Institute, Dr. Hordur Johannsson from Teledyne Gavia, Professor Hongzhi Guo from the University of Nebraska-Lincoln, and Mr. Sigurdur Petursson who represents the fish farming industry in Iceland.

### **General requirements for both positions:**

- Capability to work independently and in a team
- Good knowledge of written and spoken English
- Good communication skills
- Skills in computer programming using Matlab, Python, etc.

### **Position 1: Acoustic Ultra-Massive MIMO (WP1) and Multi-robot Co-operative Ultra-Massive MIMO (WP3)**

The person in position 1 will mainly work on WP1 and WP3. The aim of WP1 is to develop an ultra-massive MIMO array of reconfigurable piezoelectric disks that constitutes the transmitter (Tx) and/or receiver (Rx) end of an acoustic ultra-massive MIMO link. Hundreds of reconfigurable piezoelectric disks are placed on one substrate to form a 2D array. Each of the piezoelectric disks is connected to a phase control circuit so that the phase of the transmitting or receiving signals at each unit can be fully controlled. Focus will be put on the following three tasks, Reconfigurable Piezoelectric Disk Modelling and Optimization, Piezoelectric Disk Array Modelling and Impact Factor Analysis and Underwater Ultra-Massive Acoustic MIMO Channel Characterization. In WP3, novel swarm communication paradigms to maximize the co-operative communication gain will be developed. Two novel underwater co-operative MIMO paradigms are proposed, co-operative massive magnetic MIMO and M<sup>2</sup>I (Metamaterial-enhanced Magnetic Induction) -assisted co-operative ultra-massive acoustic MIMO. Focus will be put on the following two tasks, co-operative massive magnetic MIMO optimization and M<sup>2</sup>I-assisted co-operative ultra-massive acoustic MIMO system optimization.

#### **Specific requirements for Position 1**

- MS degree or equivalent in electrical or computer engineering or other related area
- Experience or good knowledge of MIMO techniques
- Interest in numerical modelling of underwater acoustics
- Interest and experience in practical design, building and testing of systems

Further inquiries about the position are welcome, please contact Adjunct Professor Ian F. Akyildiz ([ianaky@hi.is](mailto:ianaky@hi.is)) or Professor Kristinn Andersen ([kiddi@hi.is](mailto:kiddi@hi.is)).

### **Position 2: High-Performance Magnetic MIMO (WP2) and Autonomous Underwater Power Delivery (WP4)**

The proposed research for this position is High-Gain Magnetic MIMO with Active Metamaterial. To mitigate metamaterial loss and enable reconfigurable transmission frequency, the proposition is to investigate the active metamaterial-enhanced magnetic MIMO technique. Recently, active elements have been introduced to metamaterial to overcome its loss, broaden its bandwidth, and, more importantly, make it reconfigurable. Emphasis is placed on two tasks in WP2, Active metamaterial-enhanced magnetic MIMO antenna prototyping and Stable Transceiver Design. In WP4 an underwater wireless charging system will be developed. This will be enabled by the novel M<sup>2</sup>I-based underwater charging technology. This technology promises high-efficiency power transfer among mobile robots in a lossy water medium. Emphasis will be placed on two tasks, High-efficiency Mobile Underwater M<sup>2</sup>I Charging and Underwater Charging Station Network.

#### **Specific requirements for Position 2**

- MS degree or equivalent in electrical or computer engineering or other related area
- Experience or good knowledge of MIMO techniques
- Interest in numerical modelling of underwater electro-magnetic and notably magnetic induction communications
- Interest and experience in practical building and testing of systems

For further information about this position, please contact Research Specialist Saemundur E. Thorsteinsson ([saemi@hi.is](mailto:saemi@hi.is)) or Professor Karl S. Gudmundsson ([karlsg@hi.is](mailto:karlsg@hi.is)).

## Application process and startup

Application deadline is 15<sup>th</sup> of September 2023.

Expected starting date is fall 2023 (October - December).

The application process is carried out in three steps:

1. First, all interested applicants submit their applications and indicate which position(s) they are interested in. The application should include: i) a cover letter, ii) a CV, iii) copies of official transcripts of both undergraduate and graduate studies, iv) one page of statement of research interest, v) contact information of two reference persons and their relationship to the applicants. The application and supporting documents must be in English. Application link can be found on the webpage: <https://english.hi.is/vacancies>.
2. After the deadline, the applications will be evaluated for the two PhD positions. Suitable candidates may be interviewed remotely (through Zoom, Teams, etc.).
3. The applicants who are offered the PhD positions will have to send a formal application for PhD studentship at the University of Iceland with certified copies of educational diplomas and transcripts. Proof of proficiency in English needs to be submitted as well. More details about English proficiency requirements can be found at <https://english.hi.is/node/17996>.

All applications will be answered, and applicants will be informed about the appointment when a decision has been made. Applications are valid in the system for 6 months after the application deadline.

## Other information

Salary will be according to the current collective wage and salary agreement between the Union of University Teachers and the Minister of Finance in Iceland.

Appointments to positions at the University of Iceland are made in consideration of the Equal Rights Policy of the University of Iceland - <https://english.hi.is/node/50017>

The University of Iceland has a special Language Policy - <https://english.hi.is/node/24581/>

*The University of Iceland is a flourishing community of knowledge and is a very dynamic and interesting workplace. Our values are academic freedom, professionalism and equality. The University strives to provide flexibility and encourages participation in the development of the study programs and research in all fields within the realm of the University.*

*The School of Engineering and Natural Sciences employs approximately 400 people involved with teaching and research. The School offers an international working environment, where currently about quarter of all employees and graduate students are international, and that number is increasing each year. The school has around 2000 students and numerous graduate students. The School of Engineering and Natural Sciences is proud of its diversity and reform-minded environment where knowledge acquisition and sharing are paramount.*

## **Tvö störf doktorsnema í rafmagns- og tölvuverkfræði á sviði fjarskipta/róbótatækni/mælinema og þráðlausrar hleðslutækni neðansjárvar**

Tvö störf doktorsnema í rafmagns- og tölvuverkfræði við Rafmagns- og tölvuverkfræðideild Háskóla Íslands eru laus til umsóknar. Störfin eru til þriggja ára og er miðað við að þau hefjist á haustmisseri 2023. Bæði störfin tengjast sama rannsóknarverkefninu sem snýr að rannsóknum á fjarskiptum, róbotum, mælinemum og tækni við þráðlausa hleðslu tækja undir yfirborði sjávar eða vatna. Verkefnið hlaut öndvegisstyrk úr Rannsóknasjóði Rannís ([www.rannis.is](http://www.rannis.is)).

### **Verkefnið HAF: Skynjaranet neðansjárvar sem byggist á margháttu fjarskiptum og rafhleðslu hnútpunkta með róbotum**

Undanfarin misseri hefur þróun átt sér stað á sviði fjarskipta, snjalltækja og neta sem leiðir til nýrra tækifæra við uppbyggingu þráðlausra skynjaraneta undir yfirborði vatns eða sjávar. Við uppsetningu þráðlausra neta neðansjárvar er einkum tvennt sem hamlar för. Rafsegulbylgjur í vatni eða sjó verða fyrir mjög mikilli deyfingu sem gerir notkun þeirra til fjarskipta nærri ómögulega. Þess vegna hefur mest af fjarskiptum neðansjárvar hingað til átt sér stað með hljóðbylgjum, en með þeim næst lítil bandbreidd og þar með lágur bitahraði. Annar farartálminn er þörf neðansjávartækja fyrir orku til langs tíma. Ekki er fýsilegt að skipta oft um rafhlöður í þessum tækjum og neðansjárvar eru mjög takmarkaðir kostir til þess að vinna orku úr umhverfinu en ofan sjávar má t.d. nýta bæði vind og sólarljós. Markmið HAF verkefnisins er að rannsaka kosti til þess að komast yfir þessa tálma og að sýna hvernig lausnir má nýta til þess að geta beitt nýrri fjarskipta- og skynjaratækni í neðansjárvarveröld Norður Atlantshafsins. Höfuðmarkmið verkefnisins er að hanna og þróa sjálfbært neðansjárvar skynjaranet sem byggist á notkun róбота með margháttu fjarskiptum (fjarskipti með hljóð- og segulspanstækni) og getu til að þiggja rafhleðslu frá róbotum sem geta siglt milli hnútpunkta netsins og haft fjarskipti við þá og sín á milli. Þetta á að tryggja rekstur skynjaranetsins um langan tíma. Verkefnið skiptist í fjóra vinnupakka: VP1 – Gríðar MIMO með hljóðtækni (Acoustic Ultra-Massive Multiple Input Multiple Output), VP2 – Segulspans MIMO með miklum afköstum, VP3 – Gríðar MIMO fyrir samvinnu margra róбота og VP4 – Sjálfvirk dreifing raforku neðansjárvar. Hægt er að lesa nánar um verkefnið hér: <https://haf.hi.is>

### **Rannsóknarhópur**

Rannsóknarhópurinn er leiddur af þremur starfsmönnum við Rafmagns- og tölvuverkfræðideild Háskóla Íslands. Kristinn Andersen prófessor mun leiða vinnupakka 1, Sæmundur E. Þorsteinsson sérfræðingur vinnupakka 2 og Ian F. Akyildiz gestaprófessor vinnupakka 3. Karl S. Guðmundsson forstöðumaður Tæknifræðiseturs mun leiða vinnupakka 4 og Magnús Örn Úlfarsson prófessor mun láta verkefninu sérfræðipækningu sína í té. Annað samstarfsfólk er Dr. Theresa Silva frá Hafrannsóknastofnun, Dr. Hörður Jóhannesson frá Teledyne Gavia, Honzhi Guo prófessor frá Háskólanum í Nebraska-Lincoln og Sigurður Pétursson sem er fulltrúi fiskeldisgreinarinnar á Íslandi.

### **Almennar hæfniskröfur beggja starfa:**

- Sjálfstæð vinnubrögð og geta til að vinna í teymi.
- Góð færni í ritaðri og talaðri ensku.
- Góð færni í mannlegum samskiptum.
- Góð kunnátta í forritun, t.d. í Matlab, Python eða sambærilegum forritunarmálum.

### **Starf 1: Gríðar MIMO með hljóðtækni (VP1) og gríðar MIMO fyrir samvinnu margra róбота (VP3)**

Starfsmaður sem sinnir starfi 1 mun einkum vinna að VP1 og VP3. Markmið VP1 er að þróa gríðar MIMO samstæðu þrýstirafmagnsdiska sem mynda sníðanlegan (e. reconfigurable) geisla og verður notuð á sendi- eða viðtökuenda hljóðfjarskiptahlekkjarins. Hundruð þrýstirafmagnsdiska verða settir

upp á undirlag sem formar tvívíða samstæðu. Sérhver þrýstirafmagnsdiskur verður tengdur við fasastýringarrás sem stýrir fasa merkisins þannig að fasa sendi- og viðtökumerkja sérhvers disks er stýrt að fullu. Þrjú eftirfarandi verkefni verða í brennipunkti þessa starfs: Líkansgerð og bestun samstæðu þrýstirafmagnsdiska með sníðanlegum geisla, greining líkansins og áhrifastigs, lýsing á eiginleikum fjarskiptarásar sem mynduð er með gríðar MIMO fyrir hljóðfjarskipti. Nýstárleg kennidæmi fyrir svarmafjarskipti til að hámarka ávinning af samvinnufjarskiptum (e. co-operative communications) verða þróuð í VP3. Tvö nýstárleg neðansjávar samvinnufjarskipta MIMO kennidæmi eru lögð til, samvinnu gríðar MIMO með segulspani og M2I (Metamaterial-enhanced Magnetic Induction) samvinnufjarskipti með gríðar MIMO fyrir hljóð. Eftirfarandi tvö verkefni verða í brennidepli, bestun samvinnufjarskipta með gríðar MIMO fyrir segulspan og bestun samvinnufjarskipta sem byggja á M2I með gríðar MIMO fyrir hljóð.

### **Sérstakar hæfniskröfur fyrir starf 1**

- MS gráða í rafmagns- eða tölvuverkfræði eða á öðru sambærilegu sviði
- Reynsla eða þekking á MIMO tækni
- Áhugi á tölulegri líkansgerð fyrir hljóðfjarskipti neðansjávar
- Reynsla og áhugi á hagnýtri hönnun, uppbyggingu og prófun kerfa

Ef óskað er frekari upplýsinga um starfið er umsækjendum bent á að hafa samband við Ian F. Akyildiz gestaprófessor ([ianaky@hi.is](mailto:ianaky@hi.is)) eða Kristin Andersen prófessor ([kiddi@hi.is](mailto:kiddi@hi.is)).

### **Starf 2: Segulspans MIMO með miklum afköstum (VP2) og sjálfvirk dreifing raforku neðansjávar (VP4)**

Rannsóknirnar sem fylgja þessu starfi snúast um að ná fram háum ávinningi í segulspans-fjarskiptum með gríðar MIMO þar sem byggt er á virkum tilbúnum stýriefnum (e. metamaterials). Hér þarf að rannsaka hegðun segulspansfjarskipta með gríðar MIMO m.a. með tilliti til þess að upphefja tap í tilbúnum stýriefnum og ná því fram að unnt verði að breyta senditíðni. Nýlega hafa komið fram þættir varðandi tilbúin stýriefni sem gera kleift að koma í veg fyrir töp, gera loftnetin bandbreiðari og það sem meiru skiptir sníðanleg (e. reconfigurable). Í VP2 er lögð áhersla á tvo þætti, smíði frumgerðar loftnets sem byggist á gríðar MIMO fyrir segulspansfjarskipti úr virku stýranlegu efni og hönnun stöðugs sendiviðtækis. Neðansjávar þráðlaust rafhleðslukerfi verður þróað í VP4. Þessu verður náð fram með nýstárlegri neðansjávar hleðslutækni sem byggð er á M2I (Metamaterial-enhanced Magnetic Induction). Með þessari tækni er vonast til þess að ná fram taplitlum orkuflutningi milli neðansjávar róbóta og frá þeim til fastra hnútpunkta í sjó þar sem orkutap er almennt mikið. Áhersla verður lögð á tvo þætti, færanlega taplitla rafhleðslu neðansjávar með M2I tækni og net neðansjávar hleðslustöðva.

### **Sérstakar hæfniskröfur fyrir starf 2**

- MS gráða í rafmagns- eða tölvuverkfræði eða á öðru sambærilegu sviði
- Reynsla eða þekking á MIMO tækni
- Áhugi á tölulegri líkansgerð fyrir rafsegul- og sérstaklega segulspansfjarskipti neðansjávar
- Reynsla og áhugi á hagnýtri hönnun, uppbyggingu og prófun kerfa

Ef óskað er frekari upplýsinga um starfið er umsækjendum bent á að hafa samband við Sæmund E. Þorsteinsson sérfræðing ([saemi@hi.is](mailto:saemi@hi.is)) eða Karl S. Guðmundsson prófessor ([karlsg@hi.is](mailto:karlsg@hi.is)).

### **Umsóknarferli**

Umsóknarfrestur er til með 15. september 2023.  
Miðað er við að verkefnið hefjist haustið 2023 (október – desember).

Umsóknaferlið er í þremur skrefum:

1. Umsækjandi tilgreinir hvaða starf (störf) hann hefur mestan áhuga á og skilar inn umsókn sem skal innihalda i) umsóknarbréf, ii) ferilskrá, iii) afrit af prófskírteinum (BS og MS), iv) eina blaðsíðu um áhuga á rannsóknum, og v) upplýsingar um tvo meðmælendur, tengsl þeirra við umsækjanda og hvernig má hafa samband við þá.
2. Umsóknir verða yfirfarnar og þeir umsækjendur sem teljast best hæfa viðkomandi starfi kunna að verða teknir í netviðtöl (Zoom, MS Teams).
3. Þeir umsækjendur sem verður boðið doktorsstarf verða síðan að senda formlega doktorsnámsumsókn til Háskóla Íslands. Á þessu stigi verður að senda vottuð afrit af öllum prófskírteinum.

Öllum umsóknum verður svarað og umsækjendum tilkynnt um ráðstöfun starfsins þegar ákvörðun hefur verið tekin. Umsóknir geta gilt í sex mánuði frá lokum umsóknarfrests.

### Aðrar upplýsingar

Laun eru samkvæmt gildandi kjarasamningi fjármála- og efnahagsráðherra og Félags háskólamanna.

Við ráðningu í störf í Háskóla Íslands er tekið mið af jafnréttisáætlun skólans, sjá hér: <http://www.hi.is/haskolinn/jafnrettisaaetlun#markmid2>

Vakin er athygli á málstefnu Háskóla Íslands, sjá hér: [https://www.hi.is/haskolinn/malstefna\\_haskola\\_islands](https://www.hi.is/haskolinn/malstefna_haskola_islands)

*Háskóli Íslands er gróskumikið þekkingarsamfélag og er fjölbreyttur og lifandi vinnustaður. Akademískt frelsi, fagmennska og jafnrétti eru gildi skólans og er mikið lagt upp úr sveigjanleika og þátttöku starfsmanna í uppbyggingu náms og rannsókna við skólann.*

*Á Verkfræði- og náttúruvísindasviði starfa um 400 manns við rannsóknir og kennslu á sviði verkfræði og náttúruvísinda. Starfsumhverfið er alþjóðlegt enda vex sífellt hlutfall erlendra starfsmanna og nemenda við sviðið, en fjórðungur bæði starfsmanna og framhaldsnema eru erlendir. Á sviðinu eru um 2000 nemendur, þar af um fjórðungurinn framhaldsnemar. Verkfræði- og náttúruvísindasvið stærir sig af fjölbreytileika og umbótasinnuðu umhverfi þar sem þekkingaröflun og miðlun er í fyrirrúmi.*