



Full-duplex radioteknologia sotilaskäytössä

MATINE-rahoitus: 76 368 euroa

TkT Taneli Riihonen

Maanpuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnan
tutkimusseminaari 22.11.2018



Avainhenkilöt

- Rahoituksen jakaantumisesta huolimatta tutkimus suoritettiin yhteistyössä, vain vetovastuussa oleva organisaatio vaihtui puolivälissä sen mukaisesti
 - Osahanke B (2017): Aalto-yliopiston sähkötekniikan korkeakoulu ➤ *“teoria”*
 - Osahanke A (2018): Tampereen teknillinen yliopisto (TTY) ➤ *“käytäntö”*
- Ohjausryhmä
 - TkT Taneli Riihonen (Aalto 2017, TTY 2018), hankkeen johtaja
 - prof. Risto Wichman (Aalto), prof. Mikko Valkama (TTY) ja PVTUTKL
- Työryhmän jäsenet
 - TkT Dani Korpi, tekn. yo. Miikka Mäenpää, TkK Tatu Peltola, DI Olli Rantula, tekn. yo. Antti-Pekka Saarinen, TkK Joni Saikanmäki, TkK Matias Turunen
 - RC-tekniikan erityisasiantuntija: merkon. Pekka Riihonen, Ristijärvi

Julkaisutoiminta vuonna 2017

- “On the prospects of full-duplex military radios”,
*International Conference on Military Communications
and Information Systems (ICMCIS'17)*, Oulu.
- “In-band full-duplex radios for military communications”,
XXXIV kansalliset URSI:n radiotieteen päivät, Helsinki.
- “Inband full-duplex radio transceivers: A paradigm shift
in tactical communications and electronic warfare?”,
IEEE Communications Magazine, loka 2017.
- Tiivistelmäraportti ➤ *“teoria”*

Julkaisutoiminta vuonna 2018

- “Full-duplex radio technology for simultaneously detecting and preventing improvised explosive device activation”, *International Conference on Military Communications and Information Systems (ICMCIS'18)*, Varsova, Puola.
- “Tactical communication link under joint jamming and interception by same-frequency simultaneous transmit and receive radio”, *IEEE Military Communications Conference (MILCOM'18)*, Los Angeles, Kalifornia, Yhdysvallat.
- Tiivistelmäraportti ➤ **“käytäntö”**

Opinnäytetyöt hankkeen piirissä

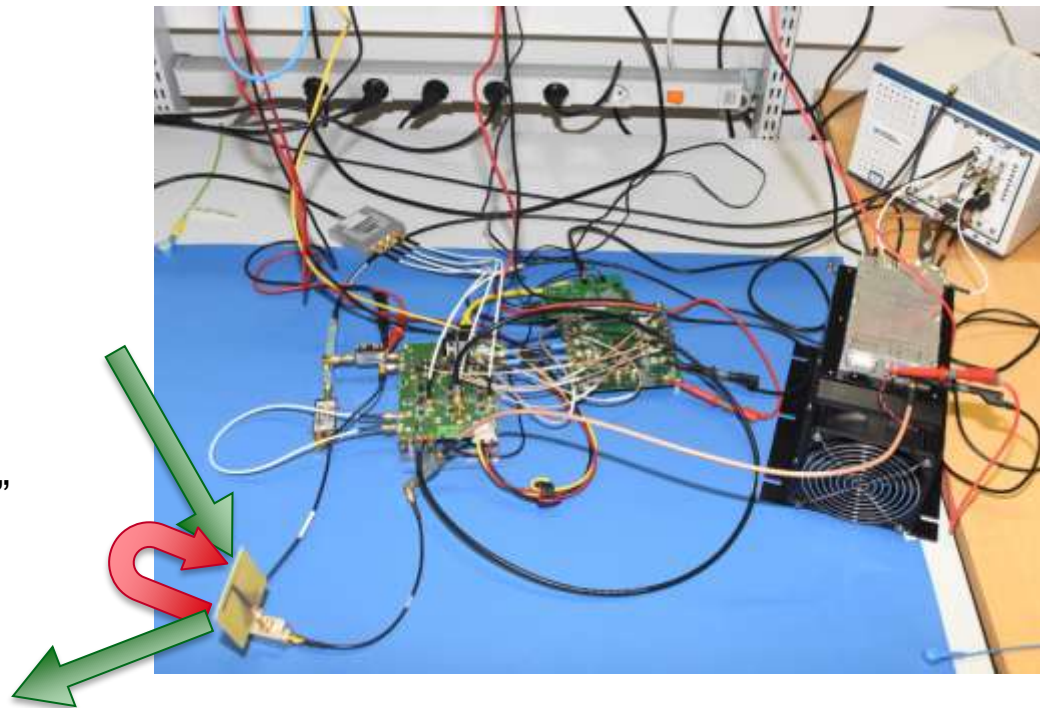
- Joni Kytömäki, *Full-duplex-radiot sotilastietoliikenteessä*, kandidaatintyö, Tampereen teknillinen yliopisto, touko 2018.
- Joni Saikanmäki, *Inband full-duplex technology for multi-functional multi-mode radios: Applications and system experiments*, diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, marras 2018.
- Miikka Mäenpää, *Radiohäirintä improvisoitujen räjähteiden ja kauko-ohjattavien lennokkien torjunnassa*, kandidaatintyö, Tampereen teknillinen yliopisto, jouluku 2018.
- Antti-Pekka Saarinen, kandidaatintyö suunnitteilla, 2019.

JOHDANTO JA KERTAUS OSAHANKKEESTA B (2017)



“Inband Full-Duplex” radiot

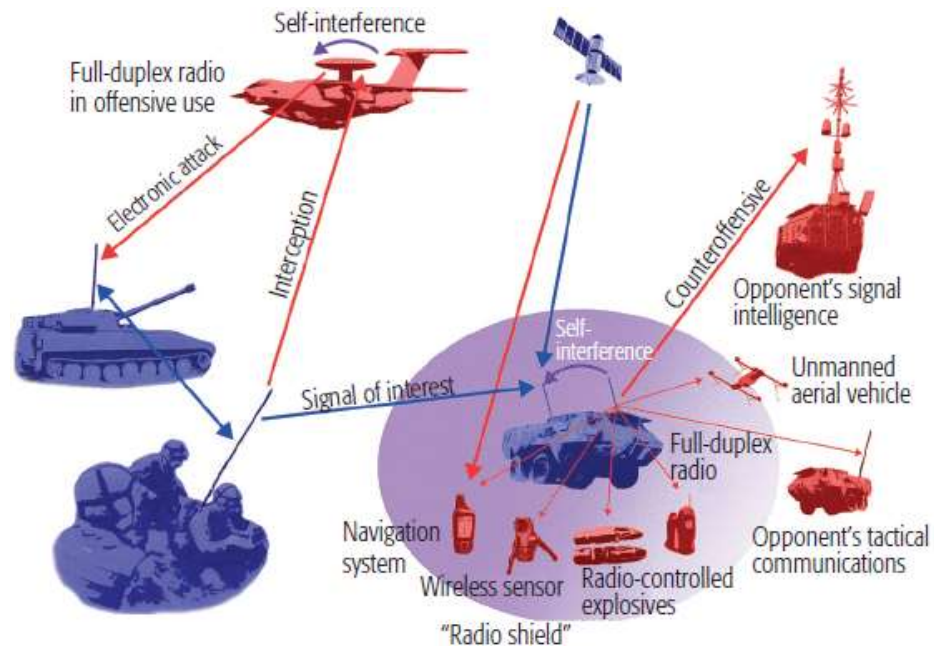
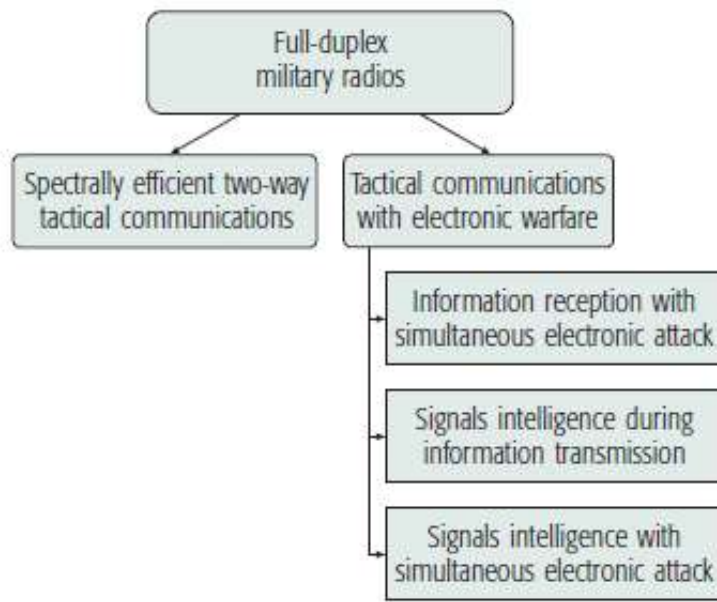
- Laitteita, jotka kykenevät lähettämään ja vastaanottamaan yhtä aikaa samalla taajuuskaistalla
 - ”itse-interferenssi”!
- Perustutkimuksen jälkeen teknologia alkaa olla kypsä kaupallistettavaksi
 - interferenssin ”kanselointi” ylemmillä UHF-alueilla
 - sovellukset tiedonsiirrossa



Tehtävänasettelu ja tavoitteet

- Full-duplex radioteknologian hyödyntäminen tunnetaan jo melko hyvin siviilitietoliikennekäytössä, mutta aihetta ei ole ennen juurikaan julkisesti huomioitu – saati tieteellisesti tutkittu – sotilassovelluksien tapauksessa
- Tutkimuksemme ensisijaisena tavoitteena oli osoittaa, että
 - 1) full-duplex radiot ovat hyödynnettävissä sotilasjärjestelmissä
 - 2) niillä voi jopa saavuttaa merkittävän radioteknisen ylivoiman
 - Viime vuonna (Osahanke B) loimme pohjan uudelle tieteelliselle tutkimusalueelle perustelemalla ym. väitteet teoriatasolla
 - Tänä vuonna (Osahanke A) todensimme ja havainnollistimme ne käytännössä prototyyppilaitteistolla ensin laboratoriossa ja sitten ulkona – tietävästi ensimmäistä kertaa maailmassa!

Full-duplex radiot sotilaskäytössä



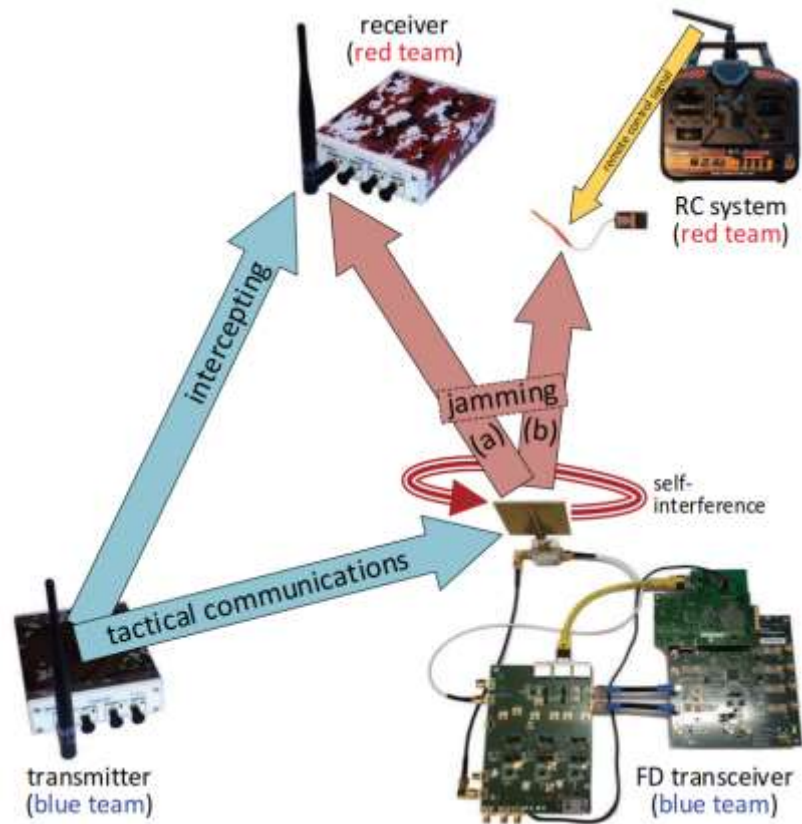
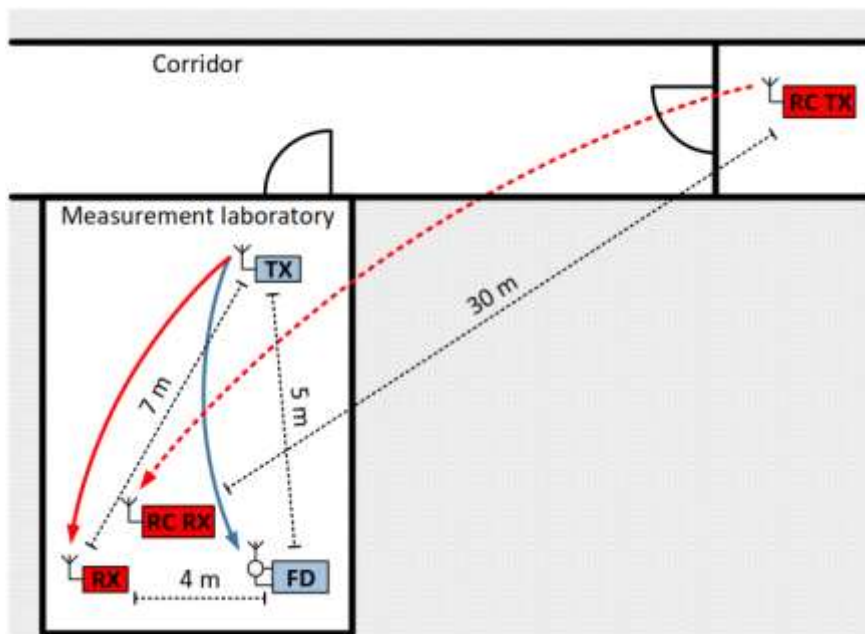
OSAHANKE A (2018): KÄYTÄNNÖN KOKEET



Käytännön testit ja mittaukset

- Laitteistojen suunnittelu, rakentaminen ja kokoaminen
- Viisi erillistä mittauskampanjaa – ensin laboratoriossa ja sitten ulkona
 1. Tammikuu: Improvisoidun radio-ohjausjärjestelmän torjuminen
 2. Huhtikuu: Oman taktisen tiedonsiirtolinkin suojaus radiohäirinnällä
 3. Huhtikuu: Vastustajan viestiliikenteen sieppaaminen ja häirintä
 4. Elokuu: Lennokkihäirintäpyssy (yhteistyö Rantelon OÜ:n kanssa)
 5. Kaksiosaiset mittaukset Hervannan kampuksen piha-aukiolla
 - a) Kesäkausi: Radiohäirinnän peittoalueet
 - b) Lokakuu: Full-duplex ”radiosuojakilpi”
- Kerätyn datan käsittely ja tulosten analyysi
- Julkaisujen kirjoittaminen – työ jatkuu vieläkin

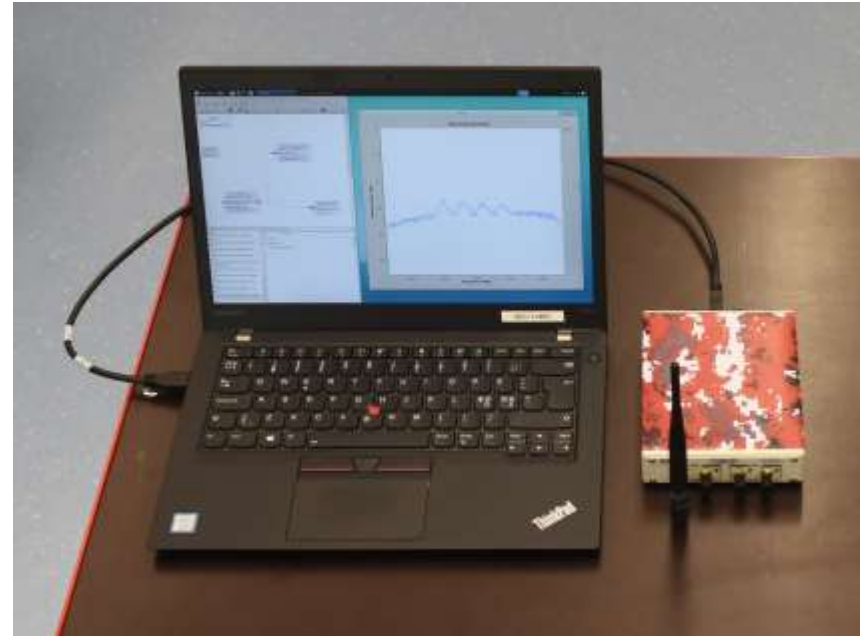
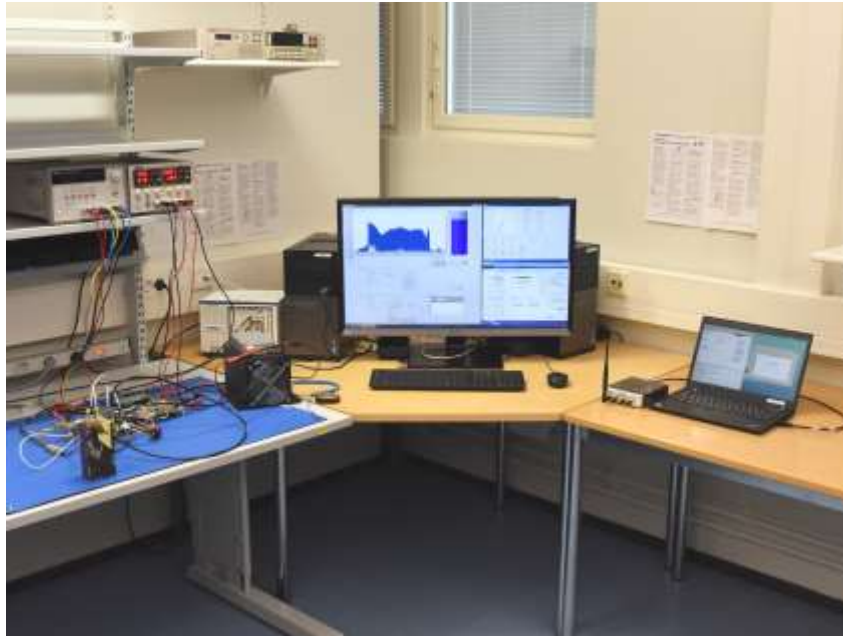
Laboriotestit puolustuksesta



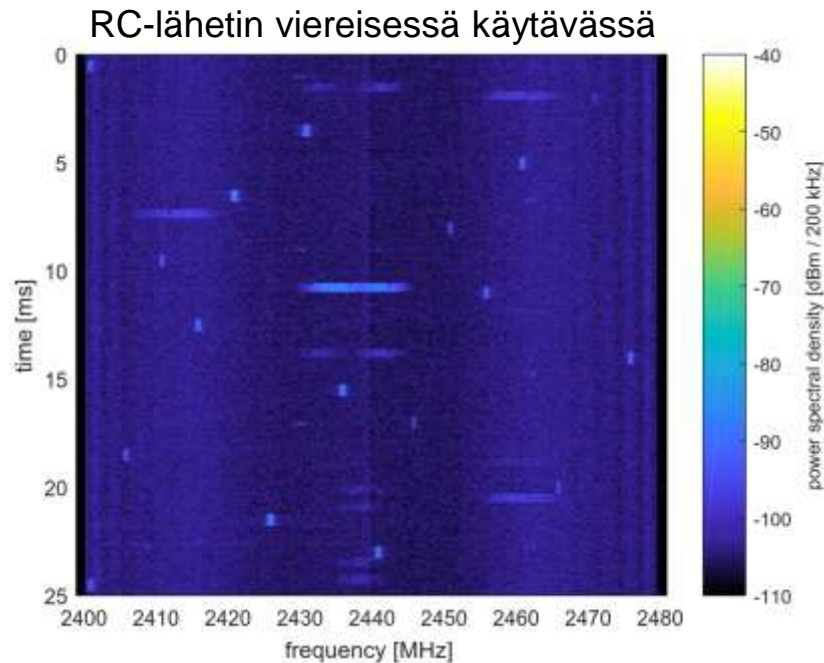
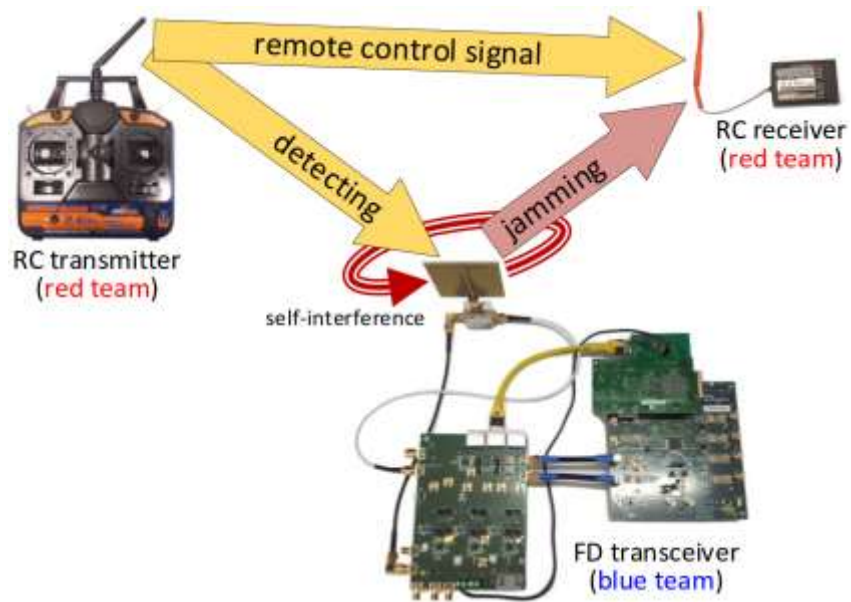
Testijärjestelmä: Improvisoitu RC-laukaisin



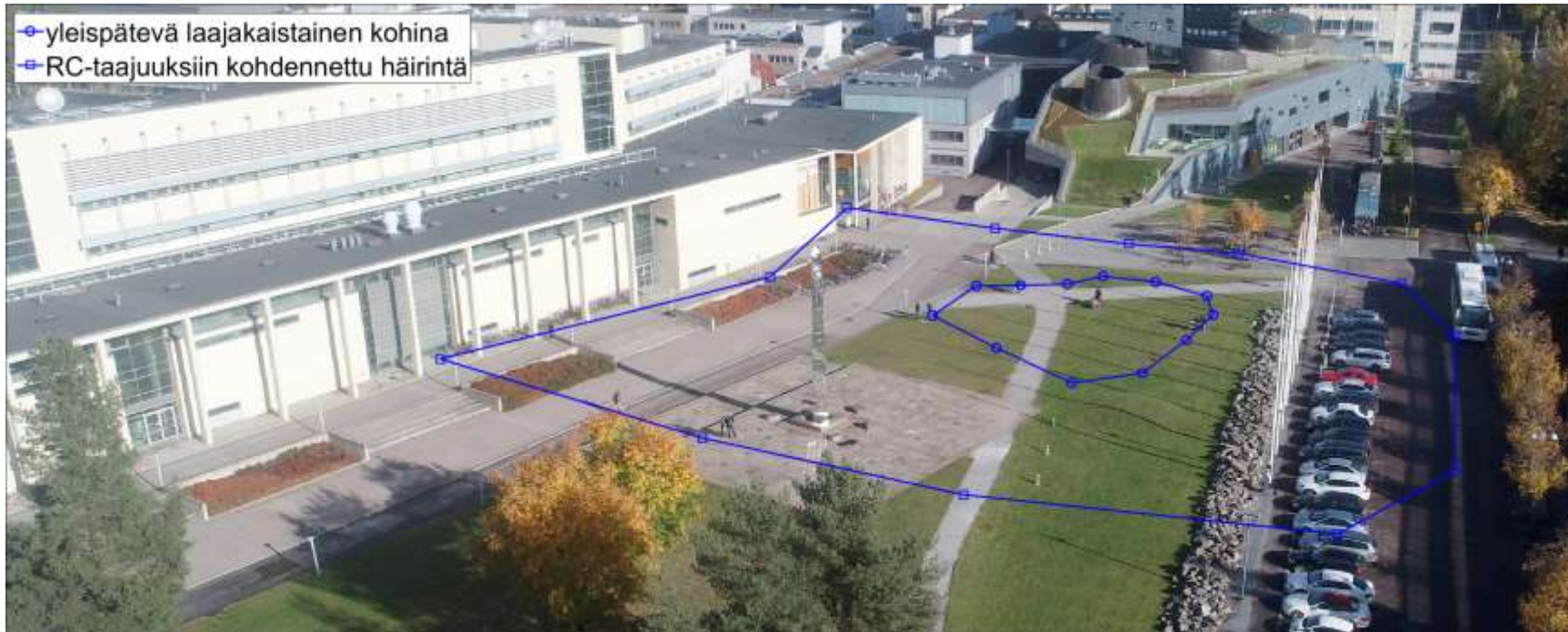
Testijärjestelmä: Oman radiolinkin suojaus



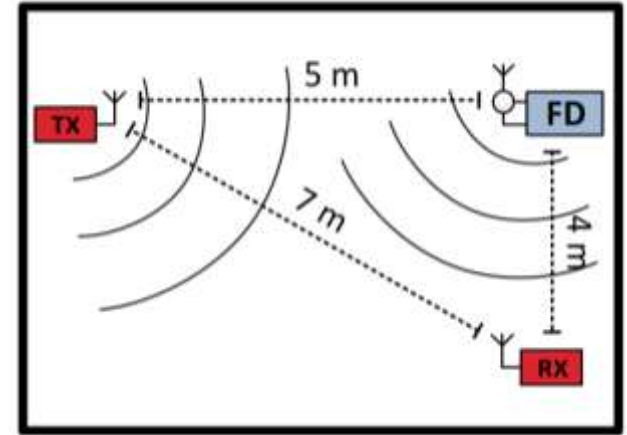
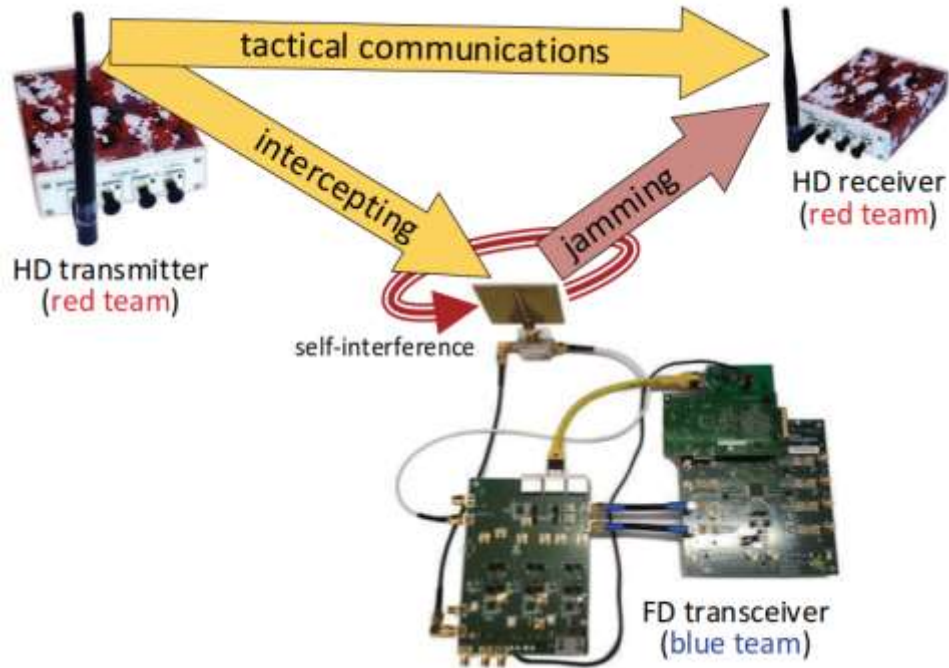
Radio-ohjauksen estäminen ja havaitseminen yhtä aikaa



Radiokilven peittoalueet 100-mW lähetysteholla

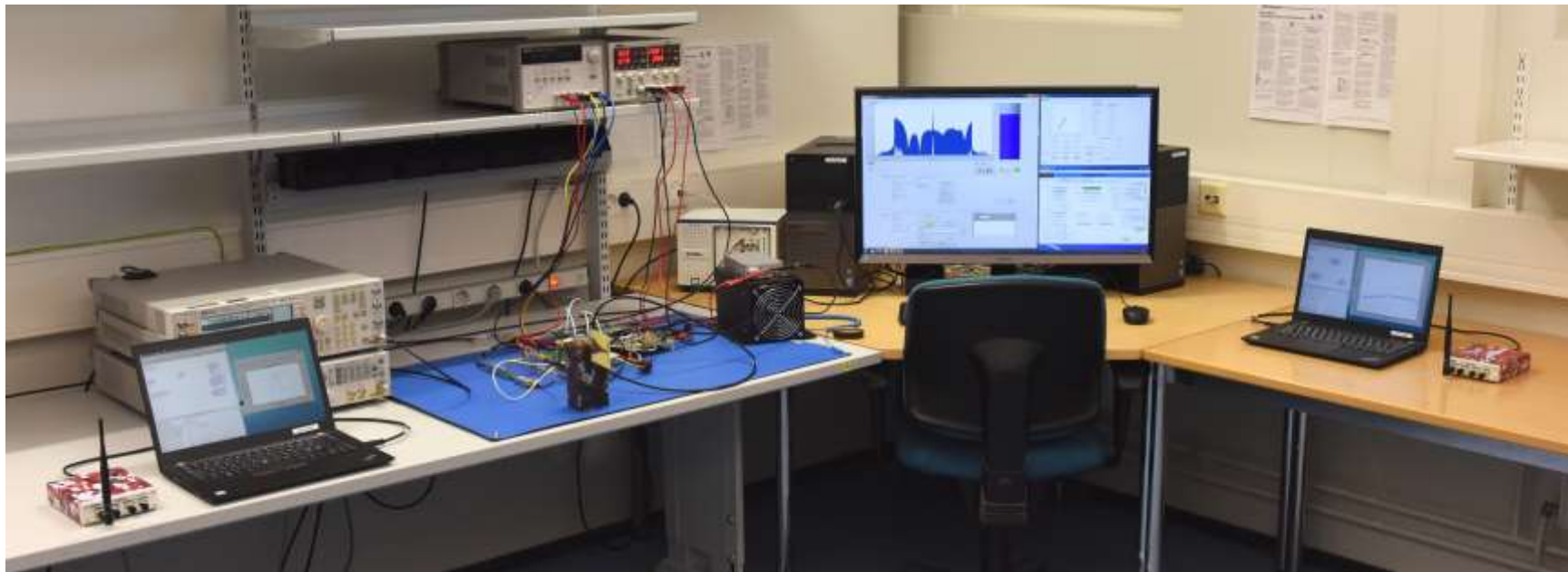


Laboriotestit hyökkäyksestä



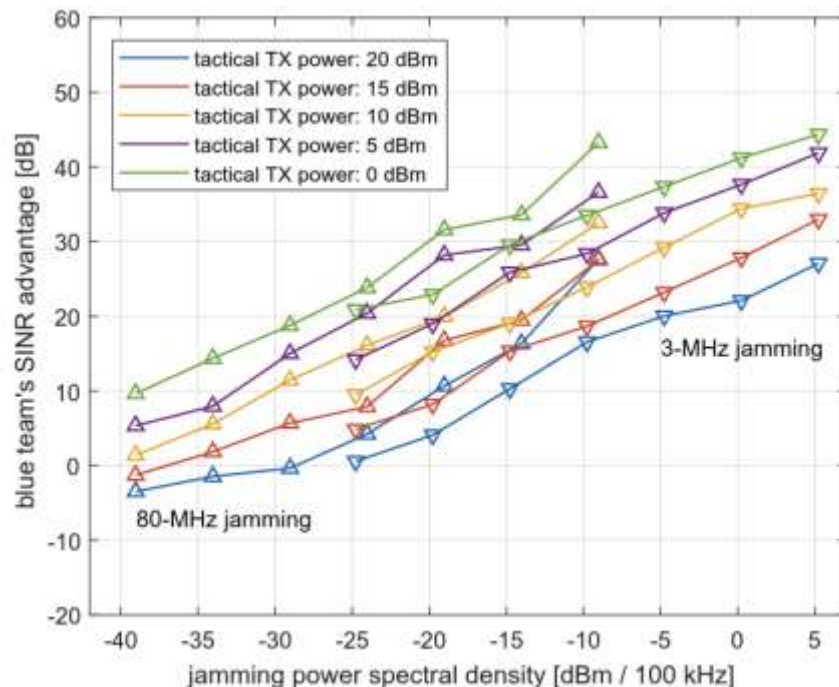
Parameter		Value
Center frequency		2.44 GHz
Red team	Waveform	GMSK
	Bandwidth	1.2 MHz
	Transmit power	{-15, -10, -5, 0, 5, 10, 15, 20} dBm
	RX sampling rate	10.5 MHz
Blue team	Waveform	OFDM
	Bandwidth	3 MHz or 80 MHz
	Transmit power	{-10, -5, 0, 5, 10, 15, 20} dBm
	RX sampling rate	120 MHz

Testijärjestelmä: Yhdistetty radiotiedustelu ja -häirintä



Radiotekninen ylivoima

- Full-duplex radiolaite pystyy “kanselloimaan” itse-interferenssin melkein kokonaan
- Vastustajan on hankala vaimentaa kohinan kaltaista häirintää vastaavalla tavalla



Yhteenveto

- Full-duplex radioteknologia on merkittävä disruptiivinen innovaatio, joka sotilaskäyttöön levitessään muuttaisi taistelua spektristä ja taktisia viestijärjestelmiä sekä elektronisen sodankäynnin perusteita
 - hankkeemme pohjusti Suomelle edelläkävijän aseman!
 - teknisen ylivoiman mahdollisuus → yleinen paradigmanmuutos?
- Edelleen on epäselvää, voiko full-duplex sotilasradiota rakentaa ja hyödyntää matalilla taajuuksilla (HF/VHF), koska tietääksemme sellaista ei ole vielä demonstroitu käytännössä prototyyppilaitteistolla – edes laboratorio-olosuhteissa
 - tilaa ja tarvetta tieteelliselle jatkotutkimukselle