

A?

Aalto-yliopisto
Sähkötekniikan
korkeakoulu

Full-duplex radioteknologia sotilaskäytössä

MATINE-rahoitus: 36 907 euroa



*TkT Taneli Riihonen, Aalto-yliopiston sähkötekniikan korkeakoulu
MATINEn tutkimusseminaari 16.11.2017*

Avainhenkilöt

- **Osahanke B: Aalto-yliopiston sähkötekniikan korkeakoulu**
 - TkT Taneli Riihonen (31.12. asti), hankkeen johtaja
 - DI Olli Rantula
 - prof. Risto Wichman
- **Osahanke A (ei myöntöä): Tampereen teknillinen yliopisto**
 - DI/TkT (väitös 1.12.) Dani Korpi
 - prof. Mikko Valkama
 - TkT Taneli Riihonen (1.8. alkaen)
- **Koko hanketyöryhmä ja yhteistyökumppanit osallistu[i]vat tasapuolisesti aiheen piirissä tehtävään tutkimukseen**

Julkaisutoiminta

- “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 URSIn radiotieteen päivät*, Helsinki.
- “Inband full-duplex radio transceivers: A paradigm shift in tactical communications and electronic warfare?”, *IEEE Communications Magazine* [Special Feature Topic: Military Communications], vol. 55, no. 10, s. 30–36, loka 2017.
- **Jatkosuunnitelma: *ICMCIS’18*- ja *MILCOM’18*-julkaisut**

Full-duplex radiot sotilaskäytössä

- **Teknologian sotilassovellukset ovat olleet täysin selvittämättä**
- **Oikealla ainoa seikkaperäinen maininta, jonka löysimme tieteellisestä kirjallisuudesta**
- S. Hong, J. Brand, J. I. Choi, M. Jain, J. Mehlman, S. Katti, and P. Levis, “Applications of self-interference cancellation in 5G and beyond,” *IEEE Communications Magazine*, vol. 52, no. 2, s. 120, helmi 2014.

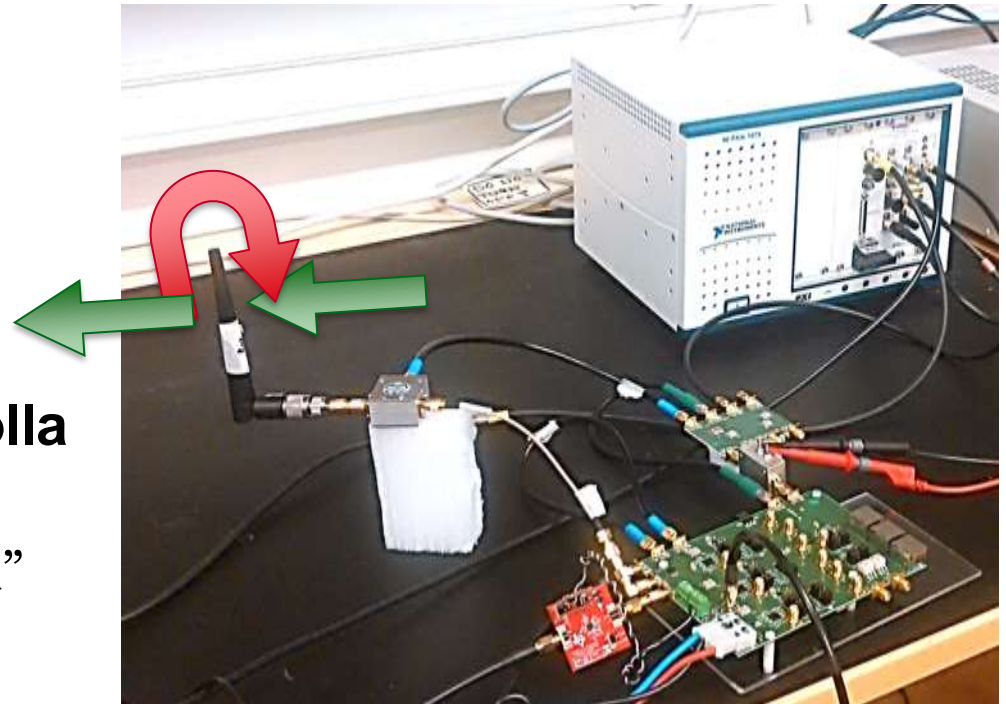
By virtue of its fundamental nature, SIC is likely to have an impact far beyond 5G. Every future radio, from WiFi [4] to military grade jammers [9], can benefit from this technology. In WiFi, for example, it allows an access point (AP) to eliminate co-channel broadband noise, enabling it to simultaneously utilize multiple independent channels, multiplying the effective capacity of an AP even without modification of the clients. In military applications, jammers flood the airwaves with strong transmission to prevent other devices from communicating (e.g., cell phones to activate improvised explosive devices). But as it does so, it also prevents its own radios from transmitting, making communication impossible. With SIC technology, the military could continue to disrupt enemy communications and at the same time listen to its own troop communications, thus saving lives in the field.

Tehtävänasettelu ja tavoitteet

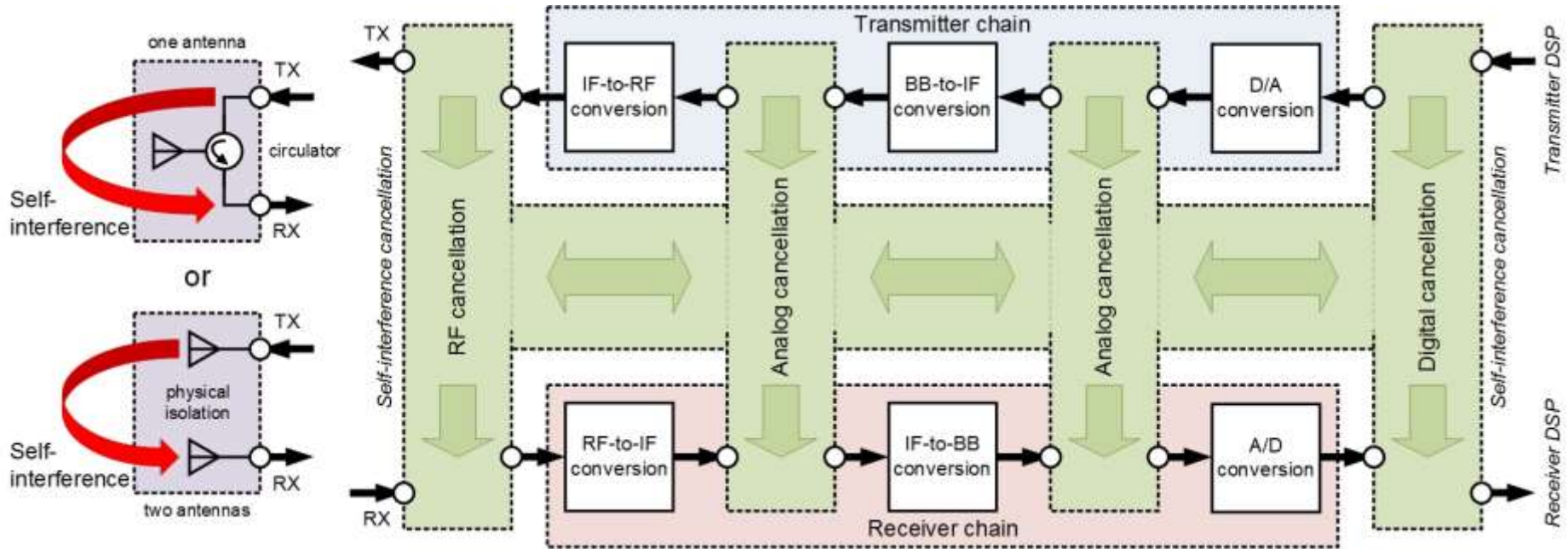
- **Full-duplex radioteknologian hyödyntäminen tunnetaan jo melko hyvin siviilikäytössä, mutta aihetta ei ole ennen juurikaan tutkittu sotilassovelluksien tapauksessa**
 - Kuluvan vuoden tutkimuksessa (Osahanke B) luotiin teoreettinen perusta uudelle tieteelliselle tutkimusalueelle
- **Tutkimuksemme ensisijaisena tavoitteena on osoittaa, että**
 - 1) full-duplex radiot ovat hyödynnettävissä sotilasjärjestelmissä
 - 2) niillä voi jopa saavuttaa merkittävän radioteknisen ylivoiman
- **Ensi vuonna (Osahanke A) suunnitelmamme on todentaa ja havainnollistaa sama käytännössä aidolla laitteisto-demonstraatiolla ensimmäistä kertaa maailmassa**

“Inband Full-Duplex” radiot

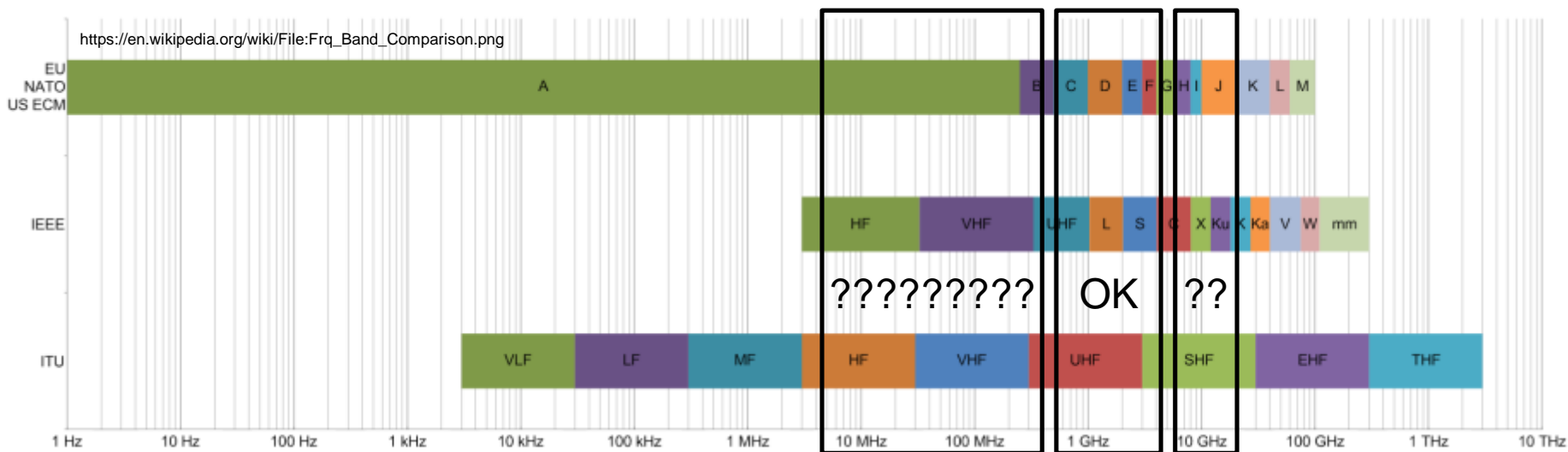
- Laitteita, jotka kykenevät lähettämään ja vastaanottamaan yhtä aikaa *samalla taajuuskaistalla*
 - ”itse-interferenssi”!
- Perustutkimuksen jälkeen teknologia alkaa olla kypsä kaupallistettavaksi
 - interferenssin ”kansellointi” ylemmillä UHF alueilla
 - sovellukset tiedonsiirrossa



Itse-interferenssin kansellointi full-duplex radiolaitteessa



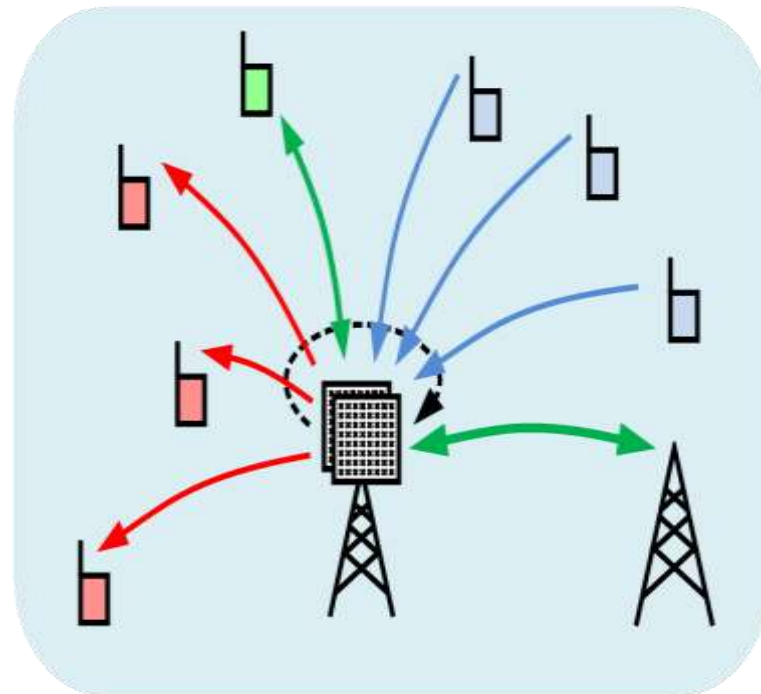
Itse-interferenssin kansellointi matalilla ja korkeilla sotilastaajuuksilla



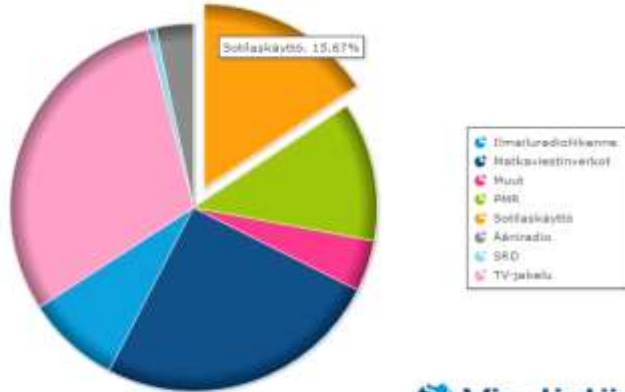
- Full-duplex radioiden toteutus sotilastaajuuksille on edelleen osittain avoin perustutkimuskysymys

Sovellukset tiedonsiirrossa

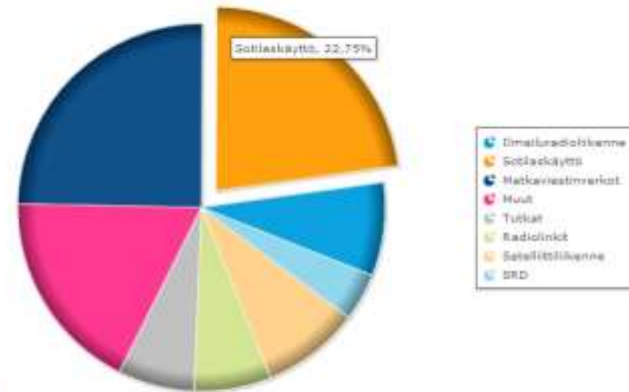
- **Full-duplex radiot voivat jopa tuplata varattua taajuuskaistaa kohti saavutettavan tiedonsiirtokapasiteetin**
- **Sotilaskäyttöön varatut taajuusalueet ovat myös ruuhkaisia**
- Puolustusvälineteollisuus kohtaa samankaltaisen spektritehokkaampien järjestelmien kysynnän kuin langattomien verkkolaitteiden valmistajat



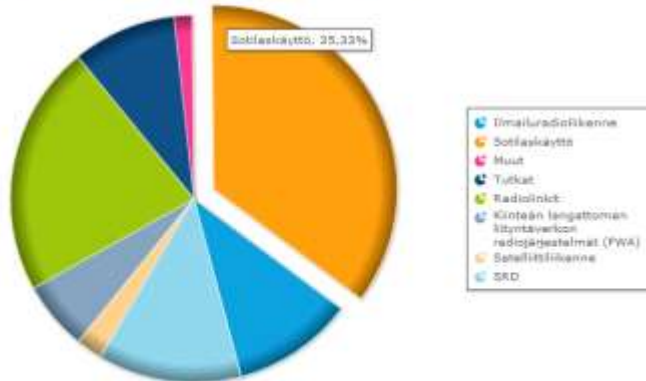
Taajuuksien käyttö välillä 68-1000 MHz



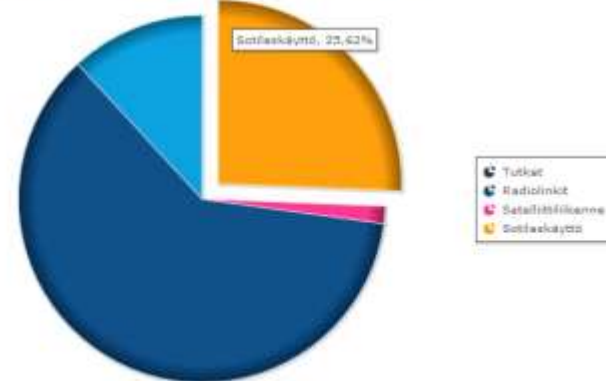
Taajuuksien käyttö välillä 1-3 GHz



Taajuuksien käyttö välillä 3-6 GHz

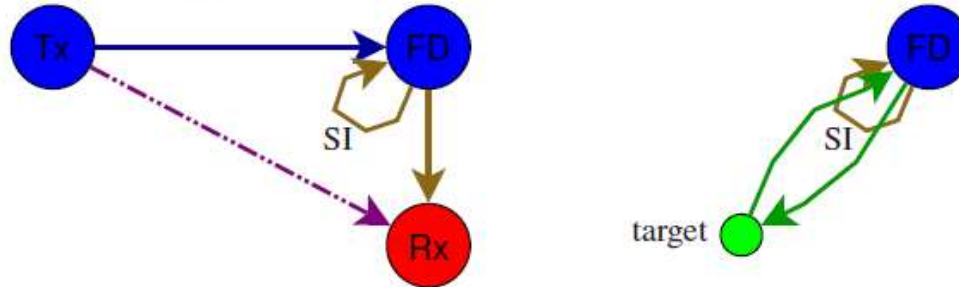


Taajuuksien käyttö välillä 6-10 GHz

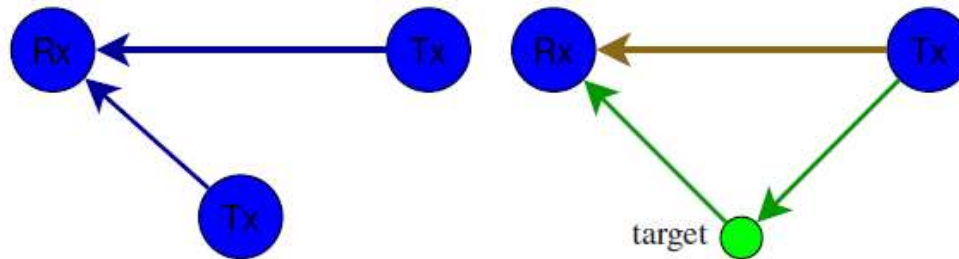


“Continuous-Wave (CW)” tutkan ja full-duplex radion yhtäläisyys ja ero

(a) full-duplex radio vs. monostatic/pseudo-bistatic radar

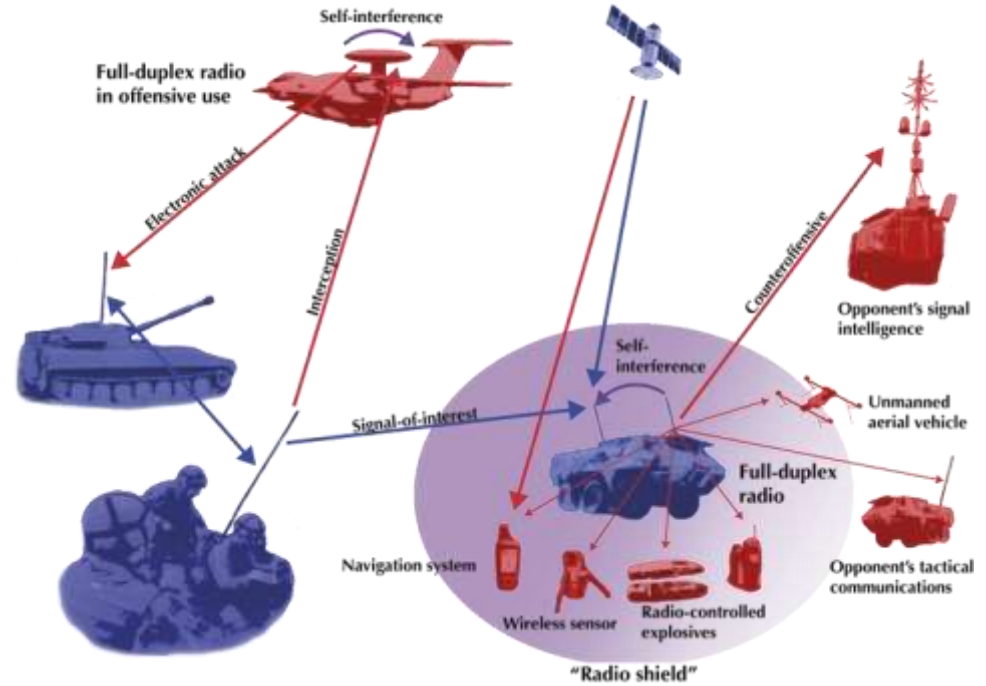


(b) multiple-access communication vs. bistatic radar



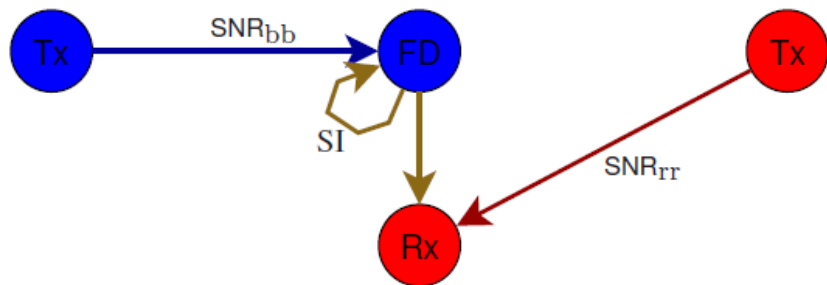
Full-duplex radiot sotilaskäytössä

- Uudet spektritehokkaat taktiset viestijärjestelmät
- Elektroninen sodankäynti
 - radiohäirintä yhtä aikaa tiedonsiirron kanssa
 - signaalitiedustelu yhtä aikaa tiedonsiirron kanssa
 - radiohäirintä yhtä aikaa signaalitiedustelun kanssa

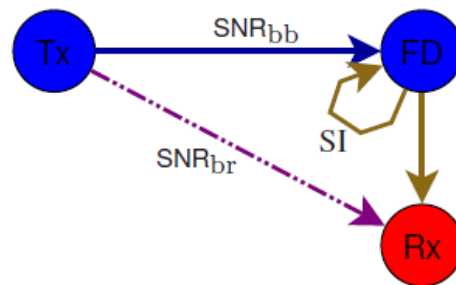


Sovellukset taktisessa tietoliikenteessä ja elektronisessa sodankäynnissä

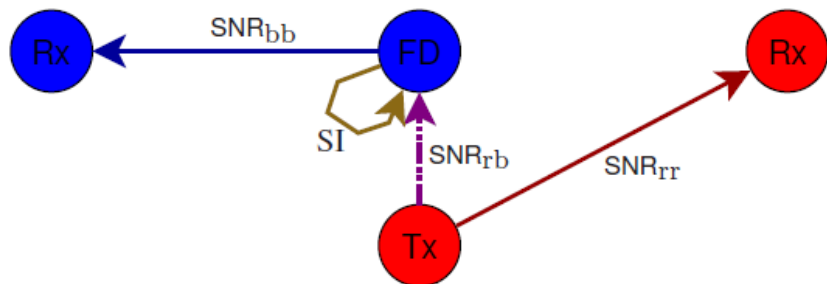
(a) simultaneous communication and jamming against communication



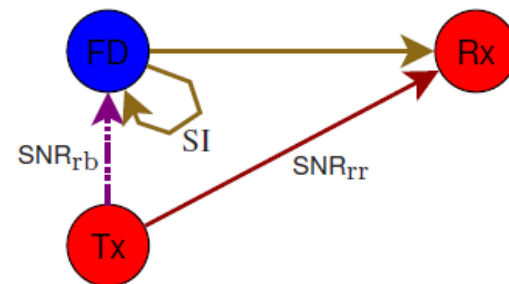
(b) simultaneous communication and jamming against interception



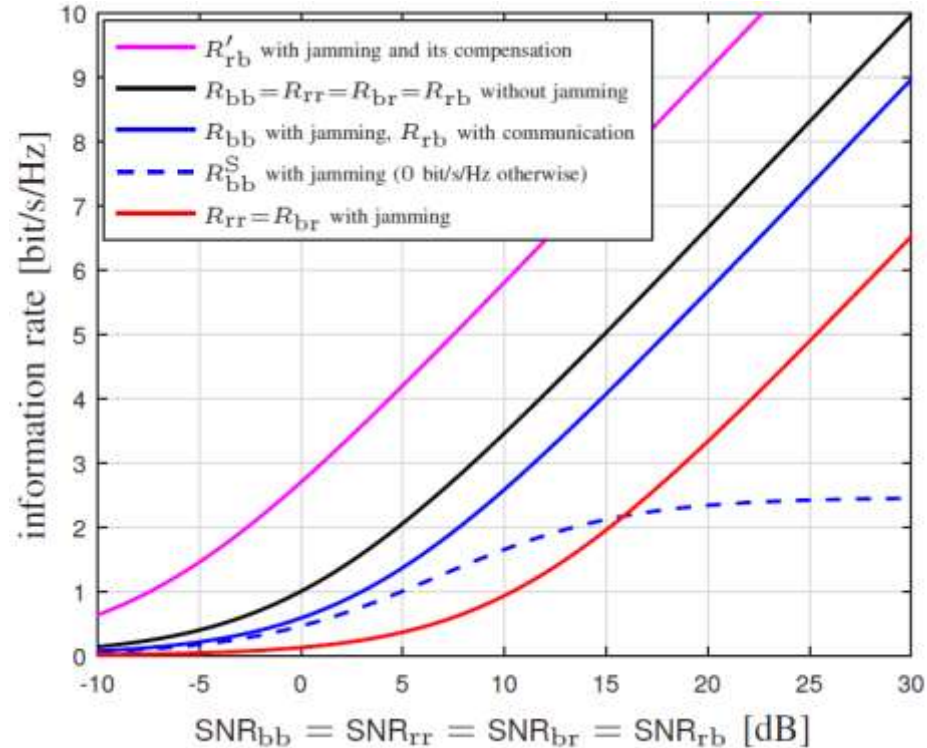
(c) simultaneous communication interception and communication



(d) simultaneous interception and jamming against communication

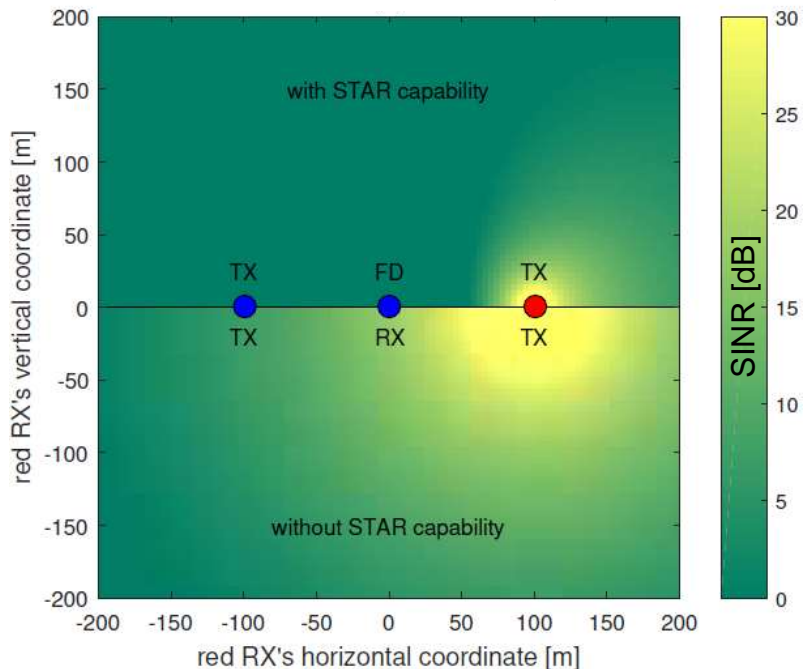


Sovellukset taktisessa tietoliikenteessä ja elektronisessa sodankäynnissä

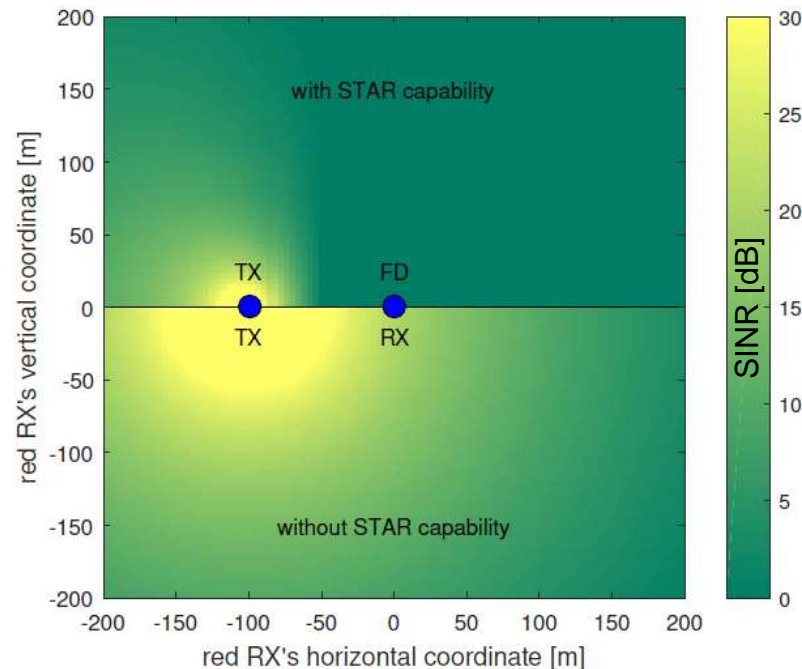


Esimerkki vastustajan radiohäirinnästä

(a) tietoliikenteen torjunta



(b) tiedustelun torjunta



Yhteenveto

- **Full-duplex radioteknologia on merkittävä disruptiivinen innovaatio, joka sotilaskäyttöön levitessään muuttaisi taistelua spektristä ja taktisia viestijärjestelmiä sekä elektronisen sodankäynnin perusteita oleellisesti**
 - hankkeemme pohjustavat Suomelle edelläkävijän aseman!
 - teknisen ylivoiman mahdollisuus → yleinen paradigmanmuutos?
- **Edelleen on epäselvää, voiko käyttökelpoista full-duplex sotilasradiota rakentaa alkuunkaan, koska tietääksemme sellaista ei ole vielä demonstroitu käytännössä prototyyppi-laitteistolla edes laboratorio-olosuhteissa**
 - tutkimussuunnitelmamme vuodelle 2018 (Osahanke A)