



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی

رشته: مهندسی برق

گرایش: مخابرات

عنوان: بررسی سیستم ارتباط رادیویی بین داوران فوتبال

استاد راهنما: دکتر زلفخانی

نگارش: محمد بیگدلی

شماره دانشجویی: ۹۰۴۴۲۱۱۳

بهمن ۹۶





.....	۶-۲: مدولاسیون	.....
.....	۳۰	.....
.....	۷-۲: تقویت کننده	.....
.....	۵۱	.....
.....	۸-۲: آنتن	.....
.....	۵۴	.....
<b>فصل سوم</b>		
.....	۱-۳: تطبیق امپدانس	.....
.....	۷۲	.....
.....	۲-۳: پروتکل های ارتباطی	.....
.....	۷۸	.....
.....	۳-۳: ارتباط نیمه دو طرفه و دو طرفه	.....
.....	۸۴	.....
<b>فصل چهارم</b>		
.....	۱-۴: معرفی چند نمونه	.....
.....	۸۹	.....
.....	۲-۴: نتیجه گیری	.....
.....	۹۶	.....
.....	پیوست ها	.....
.....	۹۷	.....
.....	مراجع	.....
.....	۹۹	.....

## چکیده

انسان با کمک انرژی الکتریکی در زندگی روزمره خود با وسایلی که در اختیارش قرار می‌دهد، کارهای خود را انجام می‌دهد. امروزه قضاوت یک مسابقه سطح بالا بدون وجود سیستم ارتباط رادیویی بین داوران، غیرممکن است. سرعت بالای بازی‌ها و بالا رفتن انتظارات از داوران باعث شده تا این سیستم‌ها جزء لوازم ضروری داوری تلقی شوند. در تحقیقی که شرکت Axitour انجام داد، ۹۰ درصد داوران اعلام کردند که با استفاده از این فناوری تصمیمات درست‌تر و ۶۰ درصد نیز گفتند که تصمیمات سریع‌تری می‌گیرند، که با توجه به سرعت بالای بازی‌ها بسیار حائز اهمیت است. محصولات این شرکت توسط برخی داوران ایرانی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. شرکت‌های زیادی این سیستم‌ها را تولید می‌کنند که در این پروژه سعی بر آن داریم تا چند نمونه از دستگاه‌های تولید شده توسط این شرکت‌ها را بررسی کرده و بعضی مشخصات آن‌ها (از جمله نوع مدولاسیون، فرکانس کاری، برد مفید، توان مصرفی، وجود یا عدم وجود حالت Master و Slave، نوع آنتن مورد استفاده و ...) را مطالعه و مقایسه نماییم.

در این مقاله سعی بر آن داریم تا با بررسی این تجهیزات، به شناختی اجمالی و مفید از طرز کار این تجهیزات برسیم. در این مقاله سعی بر آن داریم تا با بررسی این تجهیزات، به شناختی اجمالی و مفید از طرز کار این تجهیزات برسیم. در این مقاله سعی بر آن داریم تا با بررسی این تجهیزات، به شناختی اجمالی و مفید از طرز کار این تجهیزات برسیم.

## مقدمه

فوتبال پرطرفدارترین و بدون شک مهم‌ترین ورزش دنیا بوده و امروزه به پدیده‌ای بسیار مهم

و تاثیرگذار تبدیل شده و ابعاد سیاسی، اجتماعی، علمی و مخصوصاً اقتصادی گسترده‌ای را در بر

می‌گیرد. یکی از الزامات بازی فوتبال «داوری» حتی‌الامکان بدون نقص در تمام سطوح رقابت‌ها (حتی

مسابقات منطقه‌ای و محلی) می‌باشد. فدراسیون بین‌المللی فوتبال (FIFA) و کنفدراسیون‌های

قاره‌های مختلف و بالاخص فدراسیون‌های کشورهای عضو، تمام تلاش خود را برای تربیت داوران تراز

اول و کم‌اشتباه به کار می‌گیرند. ولی این امر به تنهایی کافی نیست؛ چرا که یکی از مهم‌ترین نیازهای

داوران فوتبال، داشتن ارتباط مداوم با یکدیگر در طول بازی است؛ در طول بازی اتفاقات و حوادثی

پیش می‌آید که داور برای تصمیم‌گیری در مورد آن‌ها باید با کمک داوران مشورت کند؛ در صورتی

که داوران ارتباط رادیویی نداشته باشند، کمک‌داور می‌بایستی برای تمام صحنه‌ها با پرچم علامت

بدهد که این عمل با استناد به قوانین بازی، دخالت در کار داور محسوب شده و موجب محرومیت

کمک‌داور خواهد شد؛ علاوه بر این طبق تجربیات بدست‌آمده، صحبت مستقیم داوران از فاصله نزدیک

تاثیر خوبی روی بازیکنان نداشته و موجب ایجاد نوعی حس بی‌اعتمادی در آن‌ها نسبت به کمک‌داور

می‌شود. ضمناً ایجاد وقفه در بازی، نکته‌ای است که داوران همواره از آن نهی می‌شوند. بنابراین وجود

یک سیستم ارتباط از راه دور برای داوران بازی کاملاً ضروری بنظر می‌رسد.



## فصل اول

### ۱-۱: مزایا و ضروریات سیستم ارتباط رادیویی بین داوران

وجود ارتباط کلامی بین داوران در حین بازی یک مزیت بزرگ و در واقع یک ضرورت می باشد.

این ارتباط باعث ایجاد هماهنگی کامل بین داوران شده و در اتخاذ تصمیمات درست تر و سریع تر

کمک شایانی به تیم داوری خواهد کرد. با توجه به سرعت بالای بازی ها و بالا رفتن سطح مسابقات

فوتبال و میزان حساسیت آن ها، استفاده از این سیستم ها کاملا ضروری بنظر می رسد.

### ۱-۲: ساختار کلی و بخش های سیستم های ارتباط رادیویی داوران

این سیستم ها همانند هر سیستم ارتباط رادیویی دیگری، شامل بخش های خاصی می باشند.

اولین قسمت میکروفون و گوشی برای ارسال و دریافت صدا خواهد بود؛ سپس فیلتر کردن، نمونه

برداری، مدولاسیون، تقویت کننده و آنتن برای ارسال و دریافت و همچنین یک سیستم برای ارتباط

دوطرفه از بخش های مهم این سیستم ها هستند.





## مراجع

[1] AXIWI Communication System Survey Results, Retrieved June, 2016 on the World Wide Web:

<https://www.axiwi.com/survey-referees/>

[2] AXIWI Technical data for AXIWI two-way tour guide system, Retrieved on the World Wide Web:

<https://www.axitour.eu/technical-data-axiwi-two-way-tour-guide-system/>

[3] Blucom - sportFM referees voice communication system, Retrieved on the World Wide Web:

<http://blucom-for-referees.com/sportFM2>

[4] Referee communication system - Quick guide, Retrieved on the World Wide Web:

[https://soundinduction.co.uk/media/wysiwyg/Referee\\_communication\\_system\\_-\\_Quick\\_guide.pdf](https://soundinduction.co.uk/media/wysiwyg/Referee_communication_system_-_Quick_guide.pdf)

[5] Wireless Communication for Referees, Sports Officials, Retrieved on the World Wide Web:

<http://www.eartec.com/wirelesscommunic.html>

[6] Football Referee Communications, Football Referee Communications Suppliers and Manufacturers at Alibaba.com, Retrieved on World Wide Web:

<https://www.alibaba.com/showroom/football-referee-communications.html>

[7] 2017 Best Selling Wireless S-1 Intercom Football Handsfree Referee Communication - Buy Handsfree Referee Communication, Football Handsfree Referee Communication, Intercom Football Handsfree Referee Communication Product on

Alibaba.com, Retrieved on the World Wide Web:

[https://www.alibaba.com/product-detail/2017-Best-Selling-Wireless-S-1\\_60681353396.html?spm=a2700.7724857.main07.23.2bd139750c1rc0&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/2017-Best-Selling-Wireless-S-1_60681353396.html?spm=a2700.7724857.main07.23.2bd139750c1rc0&s=p)

[8] Motorcycle Bluetooth Interphone | Motorcycle Interphone, Retrieved on the World Wide Web:

<http://www.scsetc.com/>

[9] Cheap Small Pc Programmable Football Referee Radio Communications With Scrambler - Buy Radio Communication, Football Referee Radio Communications

Product on Alibaba.com, Retrieved on the World Wide Web:

[https://www.alibaba.com/product-detail/Cheap-Small-PC-Programmable-Football-Referee\\_60684467194.html?spm=a2700.7724857.main07.34.2bd139750c1rc0&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/Cheap-Small-PC-Programmable-Football-Referee_60684467194.html?spm=a2700.7724857.main07.34.2bd139750c1rc0&s=p)

[10] Ejeas Full Duplex Communication Intercom Football Referee Walkie Talkie System - Buy Walkie Talkie System, Referee Walkie Talkie System, Football Walkie Talkie System Product on Alibaba.com, Retrieved on the World Wide Web:

[https://www.alibaba.com/product-detail/EJEAS-full-duplex-communication-intercom-football\\_60614972106.html?spm=a2700.7724857.main07.12.2bd139750c1rc0&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/EJEAS-full-duplex-communication-intercom-football_60614972106.html?spm=a2700.7724857.main07.12.2bd139750c1rc0&s=p)

[11] Football Referee Communications For 4 Usser Multi Talk - Buy Football Referee Communications, Full Duplex Intercom, 4 Riders 1200m Bluetooth Handsfree

Intercom Product on Alibaba.com, Retrieved on the World Wide Web:



دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

[20] SEC will try wireless communication for football officials in 2012 | AL.com, Retrieved on July 2012 on the World Wide Web:  
[https://www.al.com/sports/index.ssf/2012/07/sec\\_will\\_try\\_wireless\\_communic.html](https://www.al.com/sports/index.ssf/2012/07/sec_will_try_wireless_communic.html)

[21] Estimating Wireless Range, Retrieved on July 2015 on the World Wide Web:  
<https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/wireless-range/>

[22] Electronic\_Flags.pdf, Retrieved on the World Wide Web:  
[http://www.massref.net/ussfpositionpapers/Electronic\\_Flags.pdf](http://www.massref.net/ussfpositionpapers/Electronic_Flags.pdf)

[23] Minimum-shift keying – Wikipedia, Retrieved on the World Wide Web:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Minimum-shift\\_keying#Gaussian\\_minimum-shift\\_keying](https://en.wikipedia.org/wiki/Minimum-shift_keying#Gaussian_minimum-shift_keying)

[24] Frequency Modulation | Advantages & Disadvantages | Radio-Electronics.Com, Retrieved on the World Wide Web:  
<http://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/fm-frequency-modulation/advantages-disadvantages.php>

[25] FSK Advantages | FSK Disadvantages | Frequency Shift Keying, Retrieved on the World Wide Web:  
<http://www.rfwireless-world.com/Terminology/Advantages-and-Disadvantages-of-FSK.html>

[26] ANALOG TO DIGITAL CONVERTER - how ADC works?, Retrieved on June 2015 on the World Wide Web:  
<http://microcontrollerslab.com/analog-to-digital-adc-converter-working/>

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

[27] Frequency Shift Keying - FSK Modulation and Demodulation, Retrieved on the World Wide Web:

<https://www.elprocus.com/fsk-modulation-demodulation-circuit-diagram/>

[28] FSK Demodulator - Electronic Circuits and Diagrams-Electronic Projects and Design, Retrieved on September 2009 on the World Wide Web:

<http://www.circuitstoday.com/fsk-demodulator>

[29] Microwaves101 | Antenna Design, Retrieved on January 2018 on the World Wide Web:

<https://www.microwaves101.com/encyclopedias/antenna-design>

[30] PLL IC 565 | Electronics Tutorial, Retrieved on the World Wide Web:

<http://www.electronics-tutorial.net/analog-integrated-circuits/phase-locked-loop/pll-ic-565/index.html>

[31] Frequency shift keying demodulation - MATLAB fskdemod, Retrieved on the World Wide Web:

[https://www.mathworks.com/help/comm/ref/fskdemod.html?s\\_tid=gn\\_loc\\_drop&ue](https://www.mathworks.com/help/comm/ref/fskdemod.html?s_tid=gn_loc_drop&ue)

[32] Additive white Gaussian noise – Wikipedia, Retrieved on the World Wide Web:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Additive\\_white\\_Gaussian\\_noise](https://en.wikipedia.org/wiki/Additive_white_Gaussian_noise)

[33] Advantages of Bluetooth | Disadvantages of Bluetooth, Retrieved on the World Wide Web:

<http://www.rfwireless-world.com/Terminology/Bluetooth-advantages-and-disadvantages.html>

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

[34] Phase-locked loop – Wikipedia, Retrieved on the World Wide Web:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Phase-locked\\_loop](https://en.wikipedia.org/wiki/Phase-locked_loop)

[35] Bluetooth vs Zigbee-difference between Bluetooth and zigbee, Retrieved on the World Wide Web:  
<http://www.rfwireless-world.com/Terminology/Bluetooth-vs-zigbee.html>

[36] TDD vs FDD-Difference between TDD and FDD, Retrieved on the World Wide Web:  
<http://www.rfwireless-world.com/Articles/difference-between-TDD-and-FDD.html>

[37] MSK modulation | GMSK modulation | GMSK modulator and demodulator, Retrieved on the World Wide Web:  
<http://www.rfwireless-world.com/Terminology/MSK-GMSK.html>

[38] Spectral efficiency – Wikipedia, Retrieved on the World Wide Web:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Spectral\\_efficiency](https://en.wikipedia.org/wiki/Spectral_efficiency)

[39] Advantages and disadvantages of Wireless Communication, Retrieved on the World Wide Web:  
<http://www.rfwireless-world.com/Terminology/Advantages-and-Disadvantages-of-wireless-communication.html>

[40] RF2126 ۲,۴ Ghz, نقیوت کننده بی نظیر ۲,۴ Ghz, Retrieved on July 2017 on the World Wide Web:

<http://dgip.org/rf2126-%D8%AA%D9%82%D9%88%DB%8C%D8%AA-%DA%A9%D9%86%D9%86%D8%AF%D9%87-%D8%A8%DB%8C-%D9%86%D8%B8%DB%8C%D8%B1-2-4ghz/>

[41] How to Build a Square Wave to Sine Wave Converter Circuit, Retrieved on the World Wide Web:

<http://www.learningaboutelectronics.com/Articles/Square-to-sine-wave-converter-circuit.php>

[42] Dipole antenna – Wikipedia, Retrieved on the World Wide Web: Retrieved on the World Wide Web:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Dipole\\_antenna#Half-wave\\_dipole](https://en.wikipedia.org/wiki/Dipole_antenna#Half-wave_dipole)

[43] Product Development: Internet of Things: Internet of Everything, Retrieved on the World Wide Web:

<https://www.lsr.com/>

[44] How To Increase Antennas Signal Strength Through Design, Retrieved on July 2017 on the World Wide Web:

<http://blog.commscopetraining.com/increase-antenna-signal-strength-with-design/>

[45] 11 Internet of Things (IoT) Protocols You Need to Know About, Retrieved on April 2015 on the World Wide Web:

<https://www.rs-online.com/designspark/eleven-internet-of-things-iot-protocols-you-need-to-know-about>

[46] Bluetooth Vs. Bluetooth Low Energy: What's The Difference?, Retrieved on the World Wide Web:



دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

[47] <https://www.link-labs.com/blog/bluetooth-vs-bluetooth-low-energy> ZigBee Vs. Bluetooth: A Use Case With Range Calculations, Retrieved on the World Wide Web:

[48] <https://en.wikipedia.org/wiki/Zigbee> Zigbee – Wikipedia, Retrieved on the World Wide Web:

[49] <https://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi> Wi-Fi – Wikipedia, Retrieved on the World Wide Web:

[50] [https://en.wikipedia.org/wiki/Impedance\\_matching](https://en.wikipedia.org/wiki/Impedance_matching) Impedance matching – Wikipedia, Retrieved on the World Wide Web:

[51] <http://www.seas.upenn.edu/~ese206/labs/adc206/adc206.html> ESE206: Lab ADC and DAC, Retrieved on the World Wide Web:

[52] <https://home.sandiego.edu/~ekim/e194rfs01/jwmatcher/matcher2.html> Impedance Matching Network Designer, Retrieved on the World Wide Web:

[53] <https://www.engineersgarage.com/contribution/zigbee-vs-wi-fi> Difference between Zigbee and WiFi Technologies | Zigbee vs WiFi, Retrieved on the World Wide Web:

[54] <https://blog.ecoventsystems.com/2015/03/wirelessprotocols/> The difference between Wi-Fi, ZigBee, and Bluetooth, Retrieved on March 2013 on the World Wide Web:

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

[55] What's The Difference Between FDD And TDD?, Retrieved on July 2012 on the World Wide Web:

<http://www.electronicdesign.com/communications/what-s-difference-between-fdd-and-tdd>

[56] LTE FDD | TDD LTE | TD-LTE Duplex Schemes, Retrieved on the World Wide Web:

<http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/lte-long-term-evolution/lte-fdd-tdd-duplex.php>

[57] Voice Amplifier Circuit | Circuit Diagram, Retrieved on the World Wide Web:

<http://www.circuitdiagram.org/voice-amplifier-circuit.html>

[58] Digital to Analog Converters (D/A) - D to A converter circuit, Retrieved on August 2017 on the World Wide Web:

<http://www.circuitstoday.com/digital-to-analog-converters-da>

[59] Football Referee Two Way Radio Portable Long Range Walkie Talkie - Buy 8 Watts Walkie Talkie, Walkie Talkie 100km, Football Referee Two Way Radio Product on Alibaba.com, Retrieved on the World Wide Web:

[https://www.alibaba.com/product-detail/Football-Referee-Two-Way-Radio-Portable\\_1740274954.html?spm=a2700.7724857/B.main07.113.1fef4854TsARbA](https://www.alibaba.com/product-detail/Football-Referee-Two-Way-Radio-Portable_1740274954.html?spm=a2700.7724857/B.main07.113.1fef4854TsARbA)

[60] Referee Communications Equipment, Retrieved on the World Wide Web:

<https://refsworld.com/comms-gear.html>

[61] Refsworld Yapalong Referee Kit 2 unit, Retrieved on the World Wide Web:

<https://refsworld.com/comms-gear/refsworld-yapalong-referee-kit-2-unit.html#.WzdH9NX-jIW>

[62] Duplex (telecommunications) – Wikipedia, Retrieved on the World Wide Web:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Duplex\\_\(telecommunications\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Duplex_(telecommunications))

[63] What is Time Division Duplex (TDD)? - Definition from Techopedia, Retrieved on the World Wide Web:

<https://www.techopedia.com/definition/27019/time-division-duplex-tdd>

[64] Frequency-division multiplexing – Wikipedia, Retrieved on the World Wide Web:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-division\\_multiplexing](https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-division_multiplexing)

[65] What is Frequency Division Duplex (FDD)? - Definition from Techopedia, Retrieved on the World Wide Web:

<https://www.techopedia.com/definition/27018/frequency-division-duplex-fdd>

[66] The Fundamentals of Wi-Fi Antennas, Retrieved on December 2015 on the World Wide Web:

<https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/wi-fi-antennas-part-1-fundamentals/>

[67] A/D Converters | Analog Devices, Retrieved on the World Wide Web:

<http://www.analog.com/en/products/analog-to-digital-converters.html>

[68] Electronic oscillator – Wikipedia, Retrieved on the World Wide Web:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_oscillator](https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_oscillator)

[69] 2.4 GHz Dipole Antennas - Laird | DigiKey, Retrieved on March 2015 on the World Wide Web:

<https://www.digikey.com/en/product-highlight/1/rs-research/2-4-ghz-dipole-antennas>

[70] 001-0010 Laird - Embedded Wireless Solutions | RF/IF and RFID | DigiKey, Retrieved on June 2017 on the World Wide Web:

[https://www.digikey.com/product-detail/en/laird-embedded-wireless-solutions/001-](https://www.digikey.com/product-detail/en/laird-embedded-wireless-solutions/001-0010/001-0010-ND/4732756)

[0010/001-0010-ND/4732756](https://www.digikey.com/product-detail/en/laird-embedded-wireless-solutions/001-0010/001-0010-ND/4732756)

[71] 090-02984-001 Microsemi Corporation | Crystals, Oscillators, Resonators | DigiKey, Retrieved on June 2017 on the World Wide Web:

[https://www.digikey.com/products/en/crystals-oscillators-](https://www.digikey.com/products/en/crystals-oscillators-resonators/oscillators/172?k=&pkeyword=&pv276=1429&FV=ffe000ac&mnonly=0&ColumnSort=0&page=1&quantity=0&ptm=0&fid=0&pageSize=25)

[resonators/oscillators/172?k=&pkeyword=&pv276=1429&FV=ffe000ac&mnonly=0&](https://www.digikey.com/products/en/crystals-oscillators-resonators/oscillators/172?k=&pkeyword=&pv276=1429&FV=ffe000ac&mnonly=0&ColumnSort=0&page=1&quantity=0&ptm=0&fid=0&pageSize=25)

[ColumnSort=0&page=1&quantity=0&ptm=0&fid=0&pageSize=25](https://www.digikey.com/products/en/crystals-oscillators-resonators/oscillators/172?k=&pkeyword=&pv276=1429&FV=ffe000ac&mnonly=0&ColumnSort=0&page=1&quantity=0&ptm=0&fid=0&pageSize=25)

[72] Consantine A. Balanis, Antenna Theory, Analysis and Design, Third Edition.

[73] K. Sam. Shanmugam, Wichita State University, Digital and Analog Communication Systems.

[74] Fredrik Tufvesson, Design of Wireless Communication Systems – Issues on Synchronization, Channel Estimation and Multi-Carrier Systems, August 2000.

[75] Julie Ilacqua, Managing Director of United States Soccer Federation Services, Alfred Kleinaitis, Manager of Referee Development and Education, Electronic Flags.

[76] Fikadu T. Dagefu, Jihun Choi, Morteza Sheikhsofla, Brian M. Sadler, and Kamal Sarabandi, Department of Electrical Engineering and Computer Science, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA, U.S. Army Research Laboratory, Adelphi,

Maryland, USA, Performance assessment of lower VHF band for short-range communication and geolocation applications

[77] Tapan Pattnayak, Guhapriyan Thanikachalam, Antenna Design and RF Layout Guidelines

[78] Bluecom for Referees User Manual

[79] Massachusetts Institute of Technology, Department of Electrical Engineering and Computer Science, High Speed Communication Circuits and Systems, Spring 2003.

[80] LSR, 2.4 GHz Waterproof Dipole Antenna, IP67 Datasheet.

[81] LSR, TiWi-uB2 Bluetooth Module Datasheet.

[82] MAXIM 2.4 GHz Monolithic Voltage-Controlled Oscillators, MAX2750, MAX2751, MAX2752 Datasheet.

[83] LSR, TiWi-uB1 Bluetooth Smart Module Datasheet.

[84] MAXIM 2.4 GHz Monolithic Voltage-Controlled Oscillator with Differential Outputs, MAX2753 Datasheet.

[85] NETKROM Technologies, Time Division Duplex (TDD) vs Frequency Division Duplex (FDD) in Wireless Backhalls.

[86] Watkins-Johnson Company, FSK: Signals and Demodulation, September/October 1980.

[87] Kashif Munir Virk, Design of an Integrated GFSK Demodulator for a Bluetooth Receiver.

[88] Alhaj-Saleh Abdallah, Ahmad Nsour, Mohamed Zohdy, Member, IEEE, and JiaLi, Senior Member, IEEE, GFSK Demodulation Using Sequential Monte Carlo

Technique, IEEE WIRELESS COMMUNICATIONS LETTERS, VOL. 4, NO. 6, DECEMBER 2015.

[89] Sabih H. Gerez, University of Twente, Department of Electrical Engineering, Implementation of Digital Signal Processing: Some Background on GFSK Modulation, Version 5, March 9, 2016.

[90] Eng. Mohammed K. Abu Foul, Islamic University of Gaza, Faculty of Engineering, Electrical Department, Experiment # (7) FSK Modulator.

[91] LSR 2.4 GHz – 2.5 GHz Dipole 2dBi Antenna for Reverse Polarity SMA Datasheet.

[92] Bill Travis and Anne Watson Swager, Design Ideas.

[93] Tomislav ŠVEDEK, Marijan HERCEG, Tomislav MATIĆ, Dept. of Communications, Faculty of Electrical Engineering, J.J. Strossmayer University of Osijek, Kneza Trpimira 2b, Osijek, Croatia, A Simple Signal Shaper for GMSK/GFSK and MSK Modulator Based on Sigma-Delta Look-up Table.

[94] National Semiconductor Corporation, LM565/LM565C Phase Locked Loop Datasheet, February 1995.

[95] Monolithic PLL IC 565 Applications, Source: <https://aihteienotes.files.wordpress.com/2014/07/lic-notes.doc>

[96] International Islamic University Malasya, Kulliyyaah of Engineering, Department of Electrical and Computer Engineering, ECOM 4101 (ECE 4203) Communications Engineering Lab, Experiment No.3, FSK Modulation, 2016/2017.

[97] Roger F. Harrington, Effect of Antenna Size on Gain, Bandwidth, and Efficiency, Journal of Research of the National Bureau of Standards- D. Radio

Propagation, Vol. 64D, No.1, January- February 1960.

[98] RF Micro Devices, RF2126 High Power Linear Amplifier Datasheet.