

TELEKOMUNIKAZIO TEKNOLOGIAREN
INGENIARITZAKO GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

***ETXETRESNA ELEKTRIKO
DESBERDINEK SORTUTAKO PULTSU-
ZARATAREN NEURKETA ETA
KARAKTERIZAZIOA***

Ikaslea: Gorritxategi Areitioaurtena, Danel

Zuzendaria: Landa Sedano, Iratxe

Ikasturtea: 2018-2019

Data: Bilbo, 2018ko azaroaren 8a

AURKIBIDEA

AURKIBIDEA.....	2
LABURPENA.....	5
RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7
IRUDIEN AURKIBIDEA	8
TAULEN AURKIBIDEA.....	9
1. SARRERA.....	11
2. TESTUINGURUA	12
3. HELBURUAK	13
3.1. HELBURU NAGUSIA	13
3.2. BIGARREN MAILAKO HELBURUAK.....	13
3.2.1. VHF bandan eraikinen barruan pultsu-zarata neurtzeko sistemaren diseinua.....	13
3.2.2. Pultsu-zarataren ezaugarrien ikerketa iturriak, maiztasunak eta distantziak aldatuz...	13
4. PROIEKTUAREN ONURAK.....	14
4.1. ONURA TEKNIKOAK.....	14
4.2. ONURA EKONOMIKOAK.....	14
4.3. ONURA SOZIALAK.....	14
5. KONTZEPTU BASIKOAK.....	15
5.1. ZARATA ERRADIOELEKTRIKOA.....	15
5.2. ZARATA GAUSSIAR ZURIA.....	16
5.2.1. WGN neurketa.....	17
5.3. GARRAIATZAILERAK BAKARREKO ZARATA.....	17
5.3.1. SCN neurketa.....	17
5.4. PULTSU-ZARATA.....	17
5.4.1. IN neurketa.....	18
6. NEURTUKO DIREN GAILUAK.....	19
6.1. LED LANPARA HOTZA.....	20
6.2. INGURATZEKO ZERRA ELEKTRIKOA.....	21
7. METODOLOGIA.....	22
7.1. AZTERKETA TEORIKOA.....	22
7.2. EBALUAZIO METODOA.....	22
7.2.1. Ekipoaren zarata zuzentzea	22
7.2.2. WGNren maila ezartzea.....	23

7.2.3.	Datu brutuen laginen anplitudeen probabilitateen banaketaren (ADP) marraketa	23
7.2.4.	Kanpo zarata faktorearen kalkulua (Fa)	24
7.2.5.	IN laginen banatzea WGNtik	25
7.2.6.	Pultsu-trenen konbinazioa pirrintak sortzeko	25
7.2.7.	Pultsuen parametroen banaketaren kalkulua	26
7.3.	NEURKETA-SISTEMA OSATZEN DUTEN HW/SW HAUTAKETA	27
7.3.1.	Antena hautaketa	27
7.3.2.	Seinale analizatzaile hautaketa	29
7.3.3.	Software hautaketa	30
7.4.	SISTEMAREN DISEINUA	30
7.5.	PULTSU-ZARATAREN NEURKETA	31
7.6.	NEURKETARAKO PARAMETROEN HAUTAKETA	31
7.7.	EMAITZAK	33
7.7.1.	LEDa iturri bezala hartuz	33
7.7.2.	Inguratzeko zerra iturri bezala hartuz	36
7.7.3.	Konparazioa 63 MHz	38
7.7.4.	Konparazioa 77 MHz	41
7.7.5.	Konparazioa 128 MHz	44
7.7.6.	Konparazioa 139 MHz	46
8.	GASTU AITORPENA	48
8.1.	KOSTUAK	48
8.1.1.	Barne-orduak	48
8.1.2.	Amortizazioak	49
8.1.3.	Azpi-kontratazioak	49
8.1.4.	Gastuak	49
8.2.	KOSTU AITORPENA	50
9.	PLANGINTZA	50
9.1.	LAN TALDEA	50
9.2.	LAN-PAKETEEN DESKRIBAPENA	50
9.2.1.	LP 1. Proiektuaren kudeaketa eta gainbegiraketa	50
9.2.2.	LP 2. Neurketa sistemaren aukeraketa	51
9.2.3.	LP 3. Zarata-iturrien aukeraketa	52
9.2.4.	LP 4. Neurketen gauzatzea	52
9.2.5.	LP 5. Pultsu-zarataren karakterizazioa	53
9.2.6.	LP 6. Dokumentazioa	54
9.3.	MUGARRIAK	54

9.4.	GANTT DIAGRAMA	55
10.	ARRISKUEN ANALISIA	56
10.1.	ARRISKUEN IDENTIFIKAZIOA	56
10.1.1.	Kanpoko iturriek sortutako pultsu-zarata.....	56
10.1.2.	Softwarearen arazo teknikoak.....	56
10.1.3.	Datuen galera	57
10.1.4.	Langileen bajak	57
10.1.5.	Gailuak apurtzea	57
10.2.	KONTINGENTZIA PLANA	57
10.3.	ARRISKU ANALISIAREN LABURPENA	58
11.	ONDORIOAK	59
12.	BIBLIOGRAFIA	60

LABURPENA

Gaur egun, haririk gabeko komunikazio sistemen erabilera gero eta gehiago handitzen ari da. Era berea aparailu bai elektriko baita elektronikoen erabilera gero eta handiagoa da. Kontuan izanda bigarren horiek zarata erradioelektrikoa sortzen dutela, eta zarata horrek haririk gabeko komunikazio sistemekin interferentziak sortzen dituela, arazo bat dagoela esan daiteke.

Hemen sartzen da pultsu-zarata. Pultsu-zarata zarata erradioelektrikoaren osagaietako bat da. Normalean gainontzeko osagaiak baino potentzia handiagoa du eta horren ondorioz interferentzietan nabarmen eragiten duena dela esan daiteke. Hori dela eta proiektu hau egitea erabaki da, pultsu-zarata neurtu eta karakterizatzea, kasu honetan inguruan ditugun pare bat etxetresnarena.

ITU-R 214-5 eskaerak pultsu-zarataren inguruko ikerketak eskatzen ditu, eta proiektu honen bidez eskaera horiei erantzuna emango zaie neurketa errealean datuak emanaz, edo hobeto esanda espazio itxietan pultsu-zarataren neurketa eta karakterizazioa eginez.

Proiektu honetan, eraikin barnean egindako pultsu-zarataren neurketen emaitzak, hauek egiteko eta karakterizatzeko metodologia eta guztiaren ondorioak ematen dira. Neurketa horiek lau maiztasun desberdinetan egin dira 63 MHz eta 139 MHz tartean, denak VHF bandan eta iturritik 5 distantzia desberdinetara 0.5 m eta 3 m artean.

Pultsu-zarataren neurketa eta karakterizazioaren metodologia eta prozedurak ITU-R SM.1753 gomendioaren arabera egin dira.

Ondorioetako bat, kasu gehienetan pultsu-zarataren maila gainontzeko zaraten maila baino 25-30 dB altuagoa dela da, eta beraz, lortutako pultsu-zarataren maila maximoak adierazgarriak direla ondorioztatu da.

RESUMEN

Hoy en día, el uso de sistemas de comunicación inalámbricos va creciendo paulatinamente. A su vez el uso de dispositivos tanto eléctricos como electrónicos también crece de manera progresiva. Teniendo en cuenta que dichos dispositivos son fuentes de ruido radioeléctrico y que ese ruido interfiere con las comunicaciones inalámbricas, se concluye que hay un problema.

Es aquí donde entra en juego el ruido impulsivo. El ruido impulsivo es un componente del ruido radioeléctrico. Normalmente la potencia de éste componente es mayor que el de los demás, por lo que se puede decir que es el que más interfiere con las comunicaciones inalámbricas. Por todo ello se ha decidido realizar este proyecto, medir y caracterizar el ruido impulsivo que en este caso será de dos electrodomésticos.

La solicitud UIT-R 214-5 pide estudios sobre el ruido impulsivo y mediante este proyecto contribuiremos a esa solicitud aportando datos de medidas reales, o, mejor dicho, midiendo y caracterizando el ruido impulsivo en espacios interiores.

En este proyecto, se aportan los resultados de las medidas del ruido impulsivo, la metodología para la medición y caracterización de ello y las conclusiones obtenidas tras la realización del proyecto. Las medidas se han hecho en cuatro frecuencias diferentes en el rango de 63 MHz a 139 MHz en la banda VHF, y en diferentes distancias desde 0.5 m a 3 m de la fuente.

El procedimiento y la metodología de la medición y caracterización del ruido impulsivo se ha hecho siguiendo las instrucciones de la recomendación UIT-R SM.1753.

Una de las conclusiones que se ha sacado ha sido que en la mayoría de casos el nivel del ruido impulsivo es 25-30 dB mayor que la de los otros ruidos, y por lo tanto que los niveles obtenidos del ruido impulsivo son bastante relevantes.

ABSTRACT

Nowadays, the use of wireless communication systems is growing gradually. In turn, the use of both electric and electronic devices also grows progressively. Taking into account that these devices are sources of radio noise and that this noise interferes with wireless communications, it is concluded that there is a problem.

Impulsive noise is a component of radio noise. Normally the power of this component is greater than the power of the others, so it can be said that it is the one that most interferes with wireless communications. Because of this it has been decided to carry out this project, measure and characterize the impulsive noise that in this case will be of two appliances.

The request ITU-R 214-5 calls for studies on impulsive noise and through this project we will contribute to this request by providing real measurement data, or rather, measuring and characterizing impulsive noise in interior spaces.

In this project, the results of impulsive noise measurements, the methodology for the measurement and characterization of this and the conclusions obtained after the completion of the project are provided. Measurements have been made at four different frequencies in the range of 63 MHz to 139 MHz in the VHF band, and at different distances from 0.5 m to 3 m from the source.

The procedure and methodology for the measurement and characterization of impulsive noise has been done following the instructions of recommendation ITU-R SM.1753.

One of the conclusions, has been that in most cases the level of impulsive noise is 25-30 dB greater than that of other noises, and therefore that the levels obtained from impulsive noise are quite relevant.

IRUDIEN AURKIBIDEA

2. Irudia : IN pirrinta adibidea.....	
3. Irudia : Seinalea pulstu-zaratarekin	19
4. Irudia : LED lanpara	
5. Irudia : LEDen tenperatura eta kolorea adierazten dituen grafika	20
6. Irudia : Inguratzeko zerra	
7. Irudia : Potentzia anplitudearen banaketa	24
8. Irudia : IN ataria non dagoen eta WGN eta IN banatzen dituen maila	25
9. Irudia : HK309 antena	
10. Irudia : HK309 antenaren ezaugarriak.....	28
11. Irudia : Anritsu MS2690A analizatzailea	
12. Irudia : Analizatzailearen espektro ikuspegia	29
13. Irudia : Matlab ikonoa.....	
14. Irudia : Erabilitako neurketa sistema.....	31
15. Irudia : LEDaren WGN batezbestekoa	34
16. Irudia : LEDaren burst ratioa.....	35
17. Irudia: LEDaren kanpo zarata faktorearen batezbestekoa	35
18. Irudia : Zerraren WGN batezbestekoa.....	36
19. Irudia : Zerraren burst ratioa	37
20. Irudia : Zerraren kanpo zarata faktorearen batezbestekoa	38
21. Irudia : Konparazioa 63MHz-tan (WGN batezbestekoa)	39
22. Irudia : Konparazioa 63MHz-tan (Burst ratioa).....	40
23. Irudia : Konparazioa 63 MHz-tan (Kanpo zarata faktorearen batezbestekoa)	41
24. Irudia :Konparazioa 77 MHz-tan (WGN batezbestekoa)	42

25. Irudia : Konparazioa 77 MHz-tan (Burst ratioa)	42
26. Irudia : Konparazioa 77 MHz-tan (Kanpo zarata faktorearen batezbestekoa)	43
27. Irudia : Konparazioa 128 MHz-tan (WGN batezbestekoa)	44
28. Irudia: Konparazioa 128 MHz-tan (Burst ratioa)	45
29. Irudia : Konparazioa 128 MHz-tan (Kanpo zarata faktorearen batezbestekoa)	46
30. Irudia : Konparazioa 139 MHz-tan (WGN batezbestekoa)	47
31. Irudia : Konparazioa 139 MHz-tan (Burst ratioa)	47
32. Irudia : Konparazioa 139 MHz-tan (Kanpo zarata faktorearen batezbestekoa)	48
33. Irudia : Plangintzako Gantt diagrama	
34. Irudia : Probabilitate-eragin matrizea	58

TAULEN AURKIBIDEA

1. Taula : Zarata erradioelektrikoaren osagaiak	16
2. Taula Neurketetan egon daitezkeen arazoak eta euren soluzioak	19
3. Taula : LED lanpararen ezaugarriak.....	20
4. Taula : Inguratzeko zerraren ezaugarriak.....	21
5. Taula : HK309 antenaren ezaugarriak.....	28
6. Taula : Anritsu MS2690A-ren ezaugarriak.....	29
7. Taula : Neurketetarako parametro komunak	32
8. Taula : Neurketetarako eszenatoki desberdinen parametroak	33
9. Taula : Barne-orduen kostuak	48
10. Taula: Amortizazioen kostuak	49
11. Taula: Gastuen kostuak.....	50
12. Taula: Kostuen aitortpena.....	50
13. Taula: Proiektuko lan taldea	50

14. Taula : Plangintzako mugarrak.....	54
15. Taula: Kontingentzia plana	58

1. SARRERA

Gradu amaierako lan hau, etxeko gailu elektronikoen desberdinek sortutako pultsu-zarataren ikerketan eta analisisan datza. Helburua zarata erradioelektrikoaren neurketa eta karakterizazioa egitea da gailuaren gertutasunaren arabera, baita eszenatoki desberdinetan ibiliz ere. Bi gailuren jokaera aztertu da, lau maiztasun desberdinetan eta gailuaren eta antenaren arteko distantzia bost posizio desberdinetan ezarriz. Kapitulu honetan dokumentuak jarraituko duen egitura azaltzen da.

Bigarren kapituluaren lanaren testuingurua kontatzen da, ikerketa zein esparrutan egiten den, honen erabilera eta aplikazioak eta zarata desberdinek sistemetan duten eragina azaltzen dira.

Horren ondoren, hirugarren eta laugarren kapituluetan, proiektuaren helburuak, bai helburu nagusia, baita bigarren mailakoak, eta honen onurak izango dira hizpide.

Bostgarren kapituluaren proiektuaren artearen egoeraz hitz egingo da. Bertan kontzeptu teoriko basikoak definituko dira lanaren oinarri nagusian barneratu ahal izateko. Bertan dauden zarata mota desberdinen deskripzio labur bat egingo da eta pultsu-zarataren parametroak zehaztuko dira, baita nola neurtu beharko den ere.

Seigarren kapituluaren zein iturri erabiliko diren aipatuko da, baita iturri bakoitzak dituen ezaugarriak ere. Proiektua egitean erabilitako metodologia zazpigarren kapituluaren zehaztuko da, izan diren fase, emaitza eta ondorioak azalduko direlarik.

Egiturarekin jarraituz, zortzigarren kapituluaren proiektuaren alde ekonomikoaren laburpen txiki bat egiten da, non izandako gastu edo kostuak adierazita agertzen diren. Bederatzigarrenean planifikazioa xehatuko da, bertan proiektua zatitutako zereginak aurkeztuko dira, baita lanaren Gantt diagrama ere.

Bukatzen joateko, hamargarren kapituluaren arriskuen analisia egingo da. Kapitulu horretan, proiektu hau aurrera eramatean sor daitezkeen arrisku nagusiak aztertuko dira, eta horregatik hauei aurre egiteko neurriak aurkeztuko dira.

Amaitzeko, proiektua egitean ateratako ondorioak zehaztuko dira azken kapituluaren, hau da, hamaikagarrenean.

2. TESTUINGURUA

Uhin erradioelektrikoak igortzen dituzten gailu elektronikoen erabilera areagotu egin da ingurune itxietan. Honen ondorioz, haririk gabeko komunikazio sistemak, gailu horiek sortutako interferentziez kaltetuak izaten dira. Nahiz eta sistemak digitalek errore konponketa aplikatzen duten eta zarata erradioelektrikoaren aurrean sendoak diren, pultsu-zaratak haririk gabeko sistemetan arazoak sor ditzake pultsuaren intentsitateak, iraupenak eta errepikapen tasak balio jakin batzuk hartzen dituztenean. Bestalde, ingurune itxi horietan, pultsu-zarata barneko edo gertu dauden gailu elektronikoen sortua da eta ez eraikin kanpotik datorren zarata interferentea.

Zarata gaussiarra edota zarata zuria betidanik ikertua izan da, gehienbat, komunikazio sistemetan duen eragina. Horregatik zarata mota horren kontrako sistema sendoak diseinatu dira. Pultsu-zarataren kasua guztiz kontrakoa da, nekez ikertu da honen inguruan, baita zarata honek komunikazio sistemetan duen eragina ere. Hori dela eta, Telekomunikazio Batasun Internazionalak *ITU-R Question 214-5/3* [12] delakoan pultsu-zarataren neurketa eta ikerketa gehiago egitea eskatzen du maiztasun eta eszenatoki desberdinak erabiliz.[1]-[4]

Komunikazio sistemen espektro guztiak zarata erradioelektrikoarekiko menpektasun handia du, zarata horrek interferentziak, erroredun bitak edota jasotako seinalearen sinkronizazioa galtzea sor baitezake. Zarata baztertzen duten teknikak erabiltzen dituzten sistemak, nahiz eta zarata gaussiarra ondo ezabatzen duten, oso sentikorak dira pultsu-zarata, honek dituen ezaugarriengatik. Pultsu-zarataren ezaugarria pultsu-osagaia da, ausaz agertzen da anplitude handiaz eta denbora oso motzean.

Arrazoi horregatik, proiektu honetan bi etxetresnak sortutako pultsu-zarataren ezaugarriak neurtu dira hiru distantzia desberdinetan (0.5 m, 1 m, 1.5 m, 2 m eta 3m) eta 4 frekuentzia desberdinetan (63 MHz, 77 MHz, 128 MHz eta 139 MHz). Iturri bezala, euren pultsu-zarata neurtzeko aukeratu diren bi etxetresnak inguratzeko zerra eta LED lanpara hotz bat izan dira.

Ikerketa honetan, neurketak leku itxietan egin dira, hau da, eraikin baten barnean. Toki zabal baten kontrara, leku itxietan zarata erradioelektrikoa sortzen duten hainbat iturri daude, baita pultsu-zarata sortzen duten hainbat iturri ere.

Ikerketa hau TSR ikerketa taldeak aurrera daraman proiektu baten parte da. TSR taldea, Bilboko Ingeniaritza Eskolako Komunikazioen Ingeniaritza departamentuaren barruan kokatzen da.

3. HELBURUAK

Kapitulu honetan proiektu honek dituen helburu desberdinak jorratzen dira. Alde batetik, gradu amaierako lan honen helburu nagusia zein den azalduko da eta bestetik, helburu nagusi hori lortzeko eduki beharreko bigarren mailako helburuak.

3.1. HELBURU NAGUSIA

Gradu amaierako lan honen helburu nagusia etxetresna elektrikoek, leku itxietan, sortzen duten pultsu-zarata aztertzea da. Gainera, maiztasunak, distantziak eta gailuak berak pultsu-zarataren parametroetan duten eragina aztertzea ere helburu horren barnean dago. Horri esker, gailuen aurrean pultsu-zaratak duen eraginaren inguruan ezagutza handiagoa egongo da. Ondorioz, gailuak dauden eskualde horietan haririk gabeko komunikazio sistemak era efizienteagoan instalatu ahalko dira sistema horien funtzionamendua bermatuz eta ahalik eta interferentzia gehien deuseztatuz.

3.2. BIGARREN MAILAKO HELBURUAK

Lehen mailako helburu hori lortu ahal izateko jarraian aipatuko diren bigarren mailako bi helburuak ere bete beharko dira.

3.2.1. VHF bandan eraikinen barruan pultsu-zarata neurtzeko sistemaren diseinua

Garatu den prozesatze sistema ITU-R SM.1753-2 [7] gomendioan oinarrituta dago eta honek zarata gaussiar zuriaren lagin desberdinak hartzea ahalbidetzen du. Lagin hauen bitartez pultsu-zarataren parametroen balioak lortu ahalko dira lagin bakoitzean. Gainera, prozesatze sistema horren bitartez, prozesatutako datu horiek excell fitxategi batera exportatu ahalko dira, horrela datu horiekin lan egin ahalko da, nahi diren bezala bistaratuz eta ondorioz pultsu-zarata karakterizatuz.

3.2.2. Pultsu-zarataren ezaugarrien ikerketa iturriak, maiztasunak eta distantziak aldatuz

Aurreko puntuan aipatutako ITUren gomendioak dioen bezala, 63MHz eta 139 MHz bitarteko maiztasunak barnean hartzen dituen banda karakterizatu da [5]. Horrela, pultsu-zaratak eszenatoki desberdinetan duen eragina eta jokaera aztertu da, non eszenatoki horiek iturri desberdinekin, maiztasun desberdinetan eta iturritik distantzia desberdinetara ezarri diren.

4. PROIEKTUAREN ONURAK

Proiektu hau aurrera eramateak hainbat onura dakartza. Onura hauek bai tekniko, bai sozial eta baita ekonomikoak ere dira eta horien bitartez proiektuaren gauzatzea justifikatzen da.

Alde orokorrean, erabilgarri izan daiteke etorkizunean pultsu-zaratak eragiten duen edozein proiektutan kontuan izateko.

4.1. ONURA TEKNIKOAK

Proiektu honek ematen duen onura tekniko nagusia ondokoa da:

- Etxetresna elektronikoek sortutako pultsu-zarata ezaugarritzen duten parametroen balioak ematea. Balio horiek neurketa errealan daude oinarrituta. Horren ondorioz, gaurko eta etorkizuneko haririk gabeko komunikazio sistemen diseinua eta planifikazioa optimizatu daitezke.

Lortutako balio horiek edozeinen eskura egongo dira, beraz, fabrikatzaileek gailu horiek egitean datuak erabili ahalko dituzte. Hortaz gain, haririk gabeko gailuak diseinatzen dituztenek ere izandako emaitzak kontuan izan ahalko dituzte, sortutako gailuak pultsu zarataren aurrean sendoagoak izan daitezen.

4.2. ONURA EKONOMIKOAK

Proiektu honen bezero nagusia Bilboko Ingeniaritza eskolako TSR ikerkuntza taldea da. Beraz, etorkizunean euren onurarako, lortutako informazioa fabrikatzaile zein diseinatzaileei saldu ahalko diete irabazi ekonomikoak lortuz baita bitartekoei ad-hoc azterlanak euren instalazioetan egiten ere.

Beste alde batetik, pultsu-zarataren parametroen balioak lortuko dira, non horiek haririk gabeko komunikazio diseinuen optimizazioa eta hobekuntza ekarriko duten, horrela aurrezteko lortuz.

4.3. ONURA SOZIALAK

Bi onura sozial nabarmendu daitezke ikerketan lortutako informazioa kontuan hartuta. Alde batetik, iturri desberdinek maiztasun ezberdinetan sortzen duten pultsu-zarata kopurua jakingo litzateke, gailu horien fabrikazioan INri dagokion inguruan behintzat lagunduz. Bestetik, haririk gabeko zerbitzuek pultsu-zaratak zein frekuentzian eragiten dien gehien jakingo da, hauen diseinua hobetuz eta erabiltzailearentzat, ondorioz, interesgarriagoa izanez.

Onura huez gain, fabrikanteek bai LED lanparak baita inguratzeko zerrak egitean, horiek igortzen pulstu-zarata maila gutxitu dezakete, horrela haririk gabeko komunikazioetan eragin txikiagoa izango dute era galdutako potentzia ere urriagoa izango da.

5. KONTZEPTU BASIKOAK

5.1. ZARATA ERRADIOELEKTRIKOA

ITUren arabera zarata erradioelektrikoa ondokoa da ITU-R V.573 gomendioan agertzen den bezala:

“Irrati-frekuentzietan gertatzen den fenomeno elektromagnetiko aldakorra, itxuraz informaziorik ez darama eta beste seinale erabilgarri bat bezala gainjarri edo batu ahal da.

Oharrak:

- Okasio batzuetan zarata erradioelektriko batek bere iturriaren ezaugarriren baten informazioa eraman dezake, iturriaren izaera eta kokapena adibidez.
- Seinale talde batek zarata erradioelektrikoa eman dezake bakarka identifikatu ezin direnean”

ITUk dioenez ere, sistema bati eragiten dion kanpoko zarata erradioelektrikoa hainbat iturri ezberdinek sortua izan daiteke:

- Tximista batek sortutako deskargagatik.
- Hainbat sistema, makinaria, ekipo elektriko-elektronikok nahi gabe erradiatutako zarataren baturatik.
- Hidrometeoroetatik eta gas atmosferikoetatik datozen emisioengatik.
- Antena-sortaren barruan dauden gainazal edota oztopoengatik.
- Iturri erradioelektriko zerutiarren erradiazioengatik.

Hartzaile baten zarata-faktorea (f), sistemaren hartzaile-terminalean dauden zarata-iturri kopuruaz osatzen da, barne-zarata eta kanpo-zarata kontuan hartuz.

$$f = f_a + (f_c - 1) + l_c(f_t - 1) + l_c l_t(f_r - 1)$$

Non

f_a : kanpo zarata-faktorea den

f_c : antena-zirkuituari lotutako zarata-faktorea den

f_t : transmisio-lineari lotutako zarata-faktorea den

f_r : hartzailearen zarata-faktorea den

l_c : antena-zirkuituko galerak diren

l_t : transmisio-lineako galerak diren

Kanpo zarata-faktorea honela defini daiteke:

$$f_a = \frac{p_n}{kT_0b} \rightarrow F_a = 10 \log f_a$$

Non

p_n : galerarik gabeko antena batek emandako zarata-erabilgarriaren potentzia

k : Boltzmannen konstantea = 1.38×10^{-23} J/K

T_0 : erreferentzia-tenperatura = 290 K

b : sistema hartzailearen zarata-potentziaren banda zabalera (Hz)

ITU-R gomendioak zarata erradioelektrikoaren hiru osagai ezartzen ditu, bakoitzak bere propietate eta ezaugarriak dituelarik. Ondoko taula azaltzen dira osagai horiek:

ZARATA MOTA	EZAUGARRI NAGUSIAK
WGN	<ul style="list-style-type: none"> - Potentziaren espektro-maila banda zabalarekiko linealki hazten da - Bektore elektromagnetikoak ez korrelatuak - Banda zabalera hartzailearen berdina edota handiagoa
SCN	<ul style="list-style-type: none"> - Potentziaren espektro-maila banda zabalarekiko independentea da - Arraia espektral desberdin bat edo gehiago - Banda zabalera hartzailearena baino murriztuagoa
IN	<ul style="list-style-type: none"> - Potentziaren espektro-maila banda zabalarearen karratuarekiko hazten da - Bektore elektromagnetiko korrelatuak

1. Taula : Zarata erradioelektrikoaren osagaiak

5.2. ZARATA GAUSSIAR ZURIA

https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2155-2009-PDF-S.pdf

Zarata gaussiar zuriak (WGN, White Gaussian Noise), honako ezaugarriak barneratzen ditu:

- Zarata zuria da: bere itxaropen matematikoa 0 da une guztietarako, bariantza mugatua eta konstantea du eta une ezberdinetako balioak korrelazio gabeak dira.
- Banaketa Gaussiarra jarraitzen du: balioen banaketa Gaussiarra da, ondorioz, bere intentsitatea neurtzeko dagoen magnituderik aproposena vrms da.

Aurreko ezaugarriak kontuan hartuta, zarata gaussiar zuriaren dentsitate-funtzioak banaketa arrunta izango du. Banaketa gaussiarra izateak, zarata iturriaren potentzial-diferentziaren banaketa gaussiarra dela esan nahi du. Beraz, zuria, potentziaren dentsitate espektrala da, kasu idealean maiztasunarekiko laua dena.

5.2.1. WGN neurketa

WGN neurtzean jarraitu beharreko pausoak ondorengoak dira:

- 1) Maiztasun zentrala topatu behar da, SCN (Single Carrier Noise) baztertu barik.
- 2) Anplitudearen datuak lortu behar dira. Horretarako, IQ datuei filtro gaussiar digital bat aplikatuko zaie eta iragazkiaren irteeran inguratzaileren detekzioa egingo da.
- 3) DPAn datuak lortuko dira.
- 4) DPA balioen bitartez WGNaren maila eskuratuko da.

5.3. GARRAIATZAILE BAKARREKO ZARATA

Garraiatzaile bakarreko zarata (SCN, Single Carrier Noise), neurketa eremutik oso hurbil dagoen iturri batek sortua izan denean baino ez da detektatzen. Hala ere, haririk gabeko sistemak ibili behar diren barneko eremu erradioelektrikoetan oso osagai erabakigarria izaten da.

Zarata honen propietateak aurreko taulan aipatuak izan dira.

5.3.1. SCN neurketa

WGN neurtzean jarraitu beharreko pausoak ondorengoak dira:

- 1) Fourierren transformatu diskretuaren bidez, IQ datuak espektrograma baten bihurtu behar dira.
- 2) Maila altuena duen zarata frekuentzia aurkitu behar da.
- 3) Garraiatzaile bakarraren zarata maila eskuratuko da.

5.4. PULTSU-ZARATA

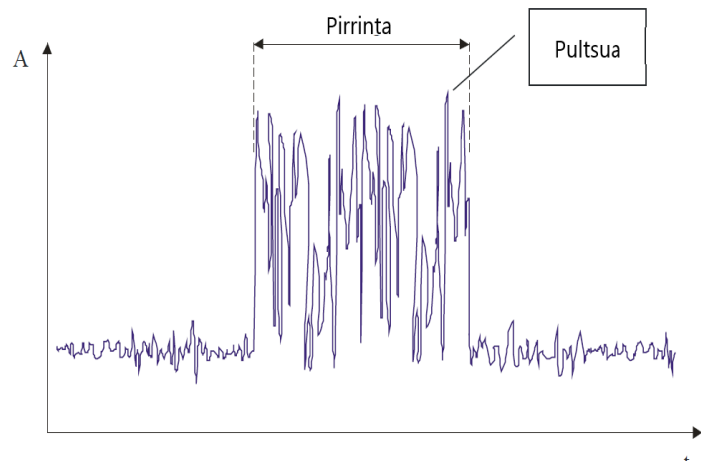
Zarata artifiziala (MMN, Man-Made Noise), zarata naturala baino interesgarriagoa da neurtzeko, bere intentsitatea gailu elektriko eta elektronikoen erabileraren arabera handitu edo murriztu baitaiteke. ITUK argitaratutako MMN mailak 70. hamarkadan egindako neurketen emaitzak dira. Ordutik aurrera beste hainbat neurketa egin dira, non hiriguneetan zarata maila handitu egin dela

agertzen den, gehienbat gero eta sistema elektriko eta elektroniko erabiltzen direlako.

Pultsu-Zarata (IN, Impulsive Noise), ezin da balio efikazarekin bereizi WGNarekin egin daitekeen bezala. Gaur egungo komunikazio zerbitzu digitalen errore zuzenketa sistemen bidez ezkutatuta gera daiteke, baina pultsuaren iraupenak eta errepikapen tasak balio batzuk hartzen dituztenean zerbitzu horien funtzionamenduan arazoak sor ditzake.

Banaketa moduan aurkeztu daitezkeen INren oinarritzko parametroak ondokoak dira:

- Pultsu edo pirrinta maila
- Pultsu edo pirrinta iraupena
- Pultsu edo pirrinten errepikapen tasa
- Iraupen osoarekiko pultsu edo pirrintaren portzentaia.



1. Irudia : IN pirrinta adibidea

5.4.1. IN neurketa

ITUren ITU-R SM.2155

gomendioak, pultsu-zarataren parametroak bateragarritasun elektromagnetikoaren estandarren bidez ezin direla neurtu adierazten du. Horren ordez, neurketa ekipok abiadura oso altuan doazen lagin jakin batzuk soilik hartu behar ditu. Lagin hauek, datu brutoen laginketa detektagailu baten bidez detektatu ezin direnak dira. Pultsu-zarataren eta horren banaketaren parametroak ebaluazio prozesuan lortuko dira gero. Gomendio honek 30 MHz-erainoko uhinen neurketarako balio du, hortik gorako maiztasunetarako ondorengo arazoak sortzen baitira:

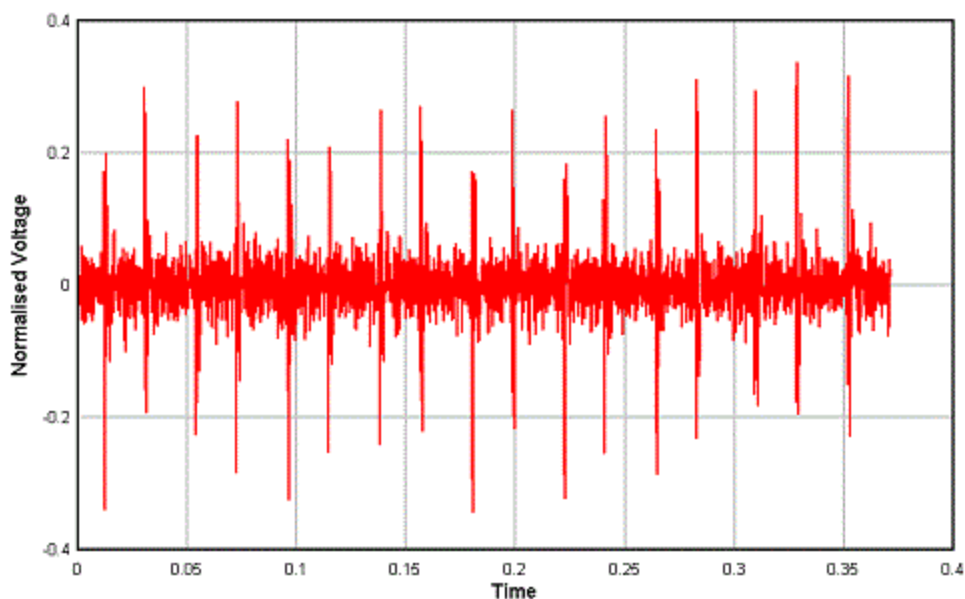
ARAZOA	SOLUZIOA
Emisioetan frekuentzia libreak topatzea	- Espektroa neurketa aurretik ekortzea, honela maila baxuenekoa aukeratuz.
Atmosferako emisioak	- Ez da aztertuko ikerketan ez baitu lekurik
Irrati emisioak	- Banda libreak bilatuko dira - Banda-paseko iragazkia erabiliko da

	- Antena pasiboak erabiliko dira
Uhin-luzera luzeak	- 30 MHz-etik gorako maiztasunei ez die horrenbeste eragingo, baina antenaren faktore ertainaz zuzenduko dira neurketak.

2. Taula Neurketetan egon daitezkeen arazoak eta euren soluzioak

ITU-R SM.1753-2 [7] gomendioak WGN balio efikazaren detektagailua erabiliz neurtu daitekeela dio, nahi den frekuentzian %20ko murrizketa prozedimendua erabiliz. Honen kontra, INa anplitude-balioen laginketa bizkorraz baino ezin da neurtu.

Ikerketa honen maiztasun tartea 30 MHz – 1 GHz da. Barruko neurketak egiteko datu brutoen prozesatzea eta kanpo analisia erabiltzeko dio gomendioak, horrela WGN eta IN batera egiteko.



2. Irudia : Seinala pulsu-zaratarekin

6. NEURTUKO DIREN GAILUAK

Atal honetan zein gailu neurtuko diren eta gailu horiek sortutako pulsu-zaratak izan dezakeen eragina aztertuko da.

6.1. LED LANPARA HOTZA

LED (Light Emitting Diode) bat, material erdieeroalez egindako diodoa da, bere pn juntura zuzenean polarizatuta badago energia elektrikoa argi bihurtzen duena. Korronteak zeharkatzen duenean, argi-erradiazio inkoherentea igortzen du. Erradiazioa infragorria edo ultramorea izan daiteke. LED lanpara batek, LEDak erabiltzen ditu argi-iturri bezala eta goritasun-lanparak eta fluoreszenteak ez bezala, ezin dute argi-intentsitate handia eman. Hori lortzeko LED diodo batek baino gehiagok osatzen dute lanpara.

LED diodo hauek, aurretik esan bezala korronte zuzenez dabilta. Horren ondorioz, LED bombila bakoitzak korronte alernotik zuzenera pasatzeko barne-zirkuituak izan behar ditu. Beste lanpara motekin alderatuz, bizi-iraupen handiagoa dute hauek, baina kontrara hasierako kostuak gainontzekoena baino altuagoa da.[8].

Erabilitako LED lanpararen modelo ondokoa da:

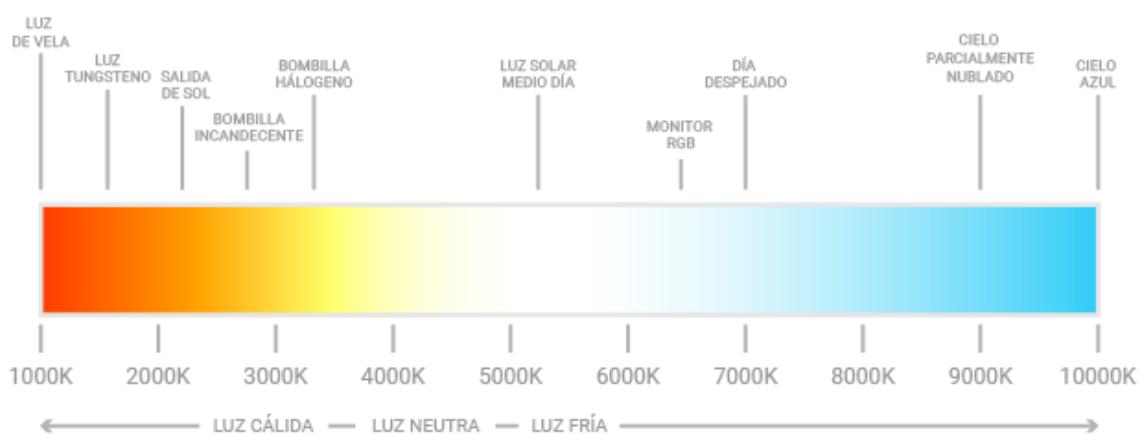
MARKA	MODELOA
LEXMAN	G120-3D 21w 65 E27, Cold 300°

3. Taula : LED lanpararen ezaugarriak

Esan bezala, LED lanpara hotza da kolorearen temperatura 6000K-tik haratago doalako.[11]



3. Irudia : LED lanpara



4. Irudia : LEDen temperatura eta kolorea adierazten dituen grafika

Sistemaren alimentazioa korronte sarrera komunetik egiten da, lineako potentzial-diferentzia 120 Vrms izanik AC moduan. Baina LED hauek oso tentsio baxuan egiten dute lan, gutxi gorabehera 3.5 Vdc eta horren ondorio AC/DC

bihurketa egin behar da. Justu bihurketa hori egiteko behar den bihurgailuarengatik, 7. kapituluan ikusiko den bezala, pultsu-zarataren pirrintak sortzen dira.

6.2. INGURATZEKO ZERRA ELEKTRIKOA

Inguratze zerra elektrikoa, kurbak mozteko tresna edo makina da, elektrikoki eragindakoa, abiadura handian mugitzen den zerra muturrean duelarik. Inguratze zerra batzuk eramangarriak dira: eskuzko inguratze zerra elektrikoak dira. Motor elektriko txiki bat dute, heldulekua duen bastidore batean sartua. Motor elektriko baten bidez biraketa-higidura eragiten zaio zerrari, zerra piezan ebakiz joateko eta, gero, zerra piezatik ateratzeko.

Esan bezala bi mugimendu nagusi ditu:

- Zerraren mugimendia: makinaren motorrak ematen diona, engranaje eta abarren bidez transmitituta.
- Sarrera: zerra piezan sartzeko mugimendua, bai eskuz bai automatikoki egin daitekeena.

Erabilitako inguratze zerraren modeloa ondokoa da[9]:

MARKA	MODELOA
Bosch	PTS 700E 500W

4. Taula : Inguratze zerraren ezaugarriak



5. Irudia : Inguratze zerra

Kasu honetan sarrera mugimendua eskuz egiten da. LEDak ez bezala, inguratze zerra elektrikoak AC korronea darabil eta ez du AC/DC bihurtzailerik behar. Honek pulsu-zaratarik sortuko ez delako pentsaera ekar dezake, baina kontuan izan behar da bere barnean motor elektriko bat duela, zeinek pulsu-zarata pirrintak sor ditzakeen.

7. METODOLOGIA

7.1. AZTERKETA TEORIKOA

Ezer egiten hasi aurretik, proiektua gauzatzeko egin behar izan den lehenengo gauza pultsu-zarataren inguruan dagoen informazio oro topatzea izan da. Informazio hori edo kontzeptu teoriko horiek barneratzea izan da lehen gauza. Beraz, lehen fasea beharrian minimoen bilaketa izan da.

Hori egin ahal izateko, azken batean proiektuan eragina duten faktoreak identifikatu behar izan dira eta horietarako kontzeptu garrantzitsuenak zeintzuk diren definitu dira. Horrela zarata erradioelektrikoaren osagaiak bereiztu eta banan-banan aztertu dira, baita iturri bakoitzaren ezaugarriak ere horrela eurek sortutako pultsu-zarataren jatorria ulertu ahal izateko.

7.2. EBALUAZIO METODOA

ITU-R SM.1753-2 [7] gomendioak INren karakterizazioarako datuen prozesaketa aurrera eramateko hainbat pausu ezartzen ditu:

- Ekipoaren zarata zuzentzea
- WGNren maila ezartzea
- Datu brutuen laginen anplitudeen probabilitateen banaketaren (ADP) marraketa
- Kanpo zarata faktorearen kalkulua (F_a)
- IN laginen banatzea WGNtik
- Pultsu-trenen konbinazioa pirrintak sortzeko
- Pultsuen parametroen banaketaren kalkulua

7.2.1. Ekipoaren zarata zuzentzea

Neurketa onargarriak lortzeko eta ekipoaren zaratatik bereiztu ahal izateko, detektagailuak antzemandako zarata erradioelektrikoa ekipoaren barne-zarata baino 10 dB gorago egon behar da gutxienez. Hori gertatzen bada, antenak jasotako WGN balioa ontzat emango da, bestela ondoko hau aplikatu beharko da:

$$p_{WGN} = p_a - \frac{f-1}{f} p_b$$

Non

p_a : galerarik gabeko antena batek emandako zarata-erabilgarriaren potentzia

p_b : galerarik gabeko antena adaptatu batek emandako zarata-erabilgarriaren potentzia
 f : ekipoaren zarata-faktorea

7.2.2. WGNren maila ezartzea

WGN neurketak egiteko ITU-R SM.1753-2 [7] gomendioak balio efikaza (RMS, Root Mean Square) antzemanten duen detektagailua erabili behar dela esaten du, beste edozein detektagailu egokia ez delako.

RMS detektagailuak erabiltzeak ondoko onurak ditu zarata neurtzeko egokia bihurtzen dutenak:

- Zarata-potentzia banda zabalerarekiko zuzenki proportzionala da
- Atzeko zarata maila bat ematen du pultsu-zarata eta zarata aleatorioa sortzen dituzten iturriak kontuan hartuz.

Balio efikaza denbora tarte bakoitzerako ondoko moduan kalkulatzen da:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i^2}$$

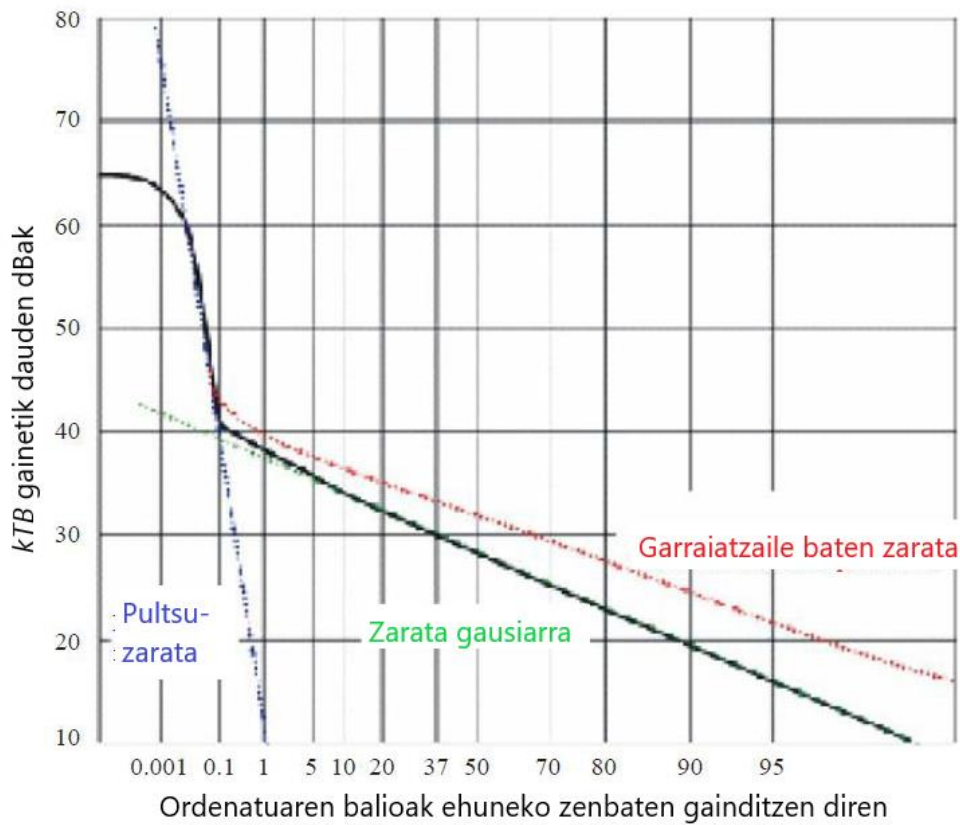
Non

v_i : neurtutako lagina

N : neurtutako lagin kopurua

7.2.3. Datu brutuen laginen anplitudeen probabilitateen banaketaren (ADP) marraketa

Laginak hartzean zarataren hainbat osagai agertzen badira, WGN bereizteko beste era bat "Anplitudeen probabilitateen banaketa" grafikoan datu brutuak marratzea da. Bertan laginen zein ehunekok anplitude jakin bat pasatzen baduten adierazten da.



6. Irudia : Potentzia anplitudearen banaketa

ADP grafikoan, abszisa ardatzak Rayleigh eskala jarraitzen du, zeinek zarataren osagaien bereizketa errazten duen.

Bertan ondokoa azaltzen da:

- Zarata gauziarra malda jakin bat duen zuzen baten bidez adierazten da. Banaketa gauziarra jarraitzen du. Bi eskalak linealak direnean bere gradienteak -10 da.
- Pultsu-zarata grafikoaren ezkerrean agertzen den malda oso handiko zuzenaren bidez adierazten da. Weibull banaketa jarraitzen du.
- Neurtutako laginek garraiatzaile bakarraren zarata badute, ADP kurbaren malda WGN aldean -10 baino handiagoa da.

7.2.4. Kanpo zarata faktorearen kalkulua (F_a)

Gailuen zarata jakin ahal izateko WGN balioa antena baten bidez neurtu behar da. Balio hauek lortzeko parametro jakin batzuk ezarri dira (Banda zabalera, laginketa abiadura...). Hori dela eta, ITU-R SM.1753 [7] gomendioan zarata gauziarra erlazionatutako parametro berria ezartzen da. Parametro hori kanpo zarata faktorea deritza eta honela kalkulatzen da:

$$Fa = Pr + 107 + K - 20 \log(f) - 10 \log(b) + 95.5$$

Non

Pr : WGNren balio efikaza den dBm-tan

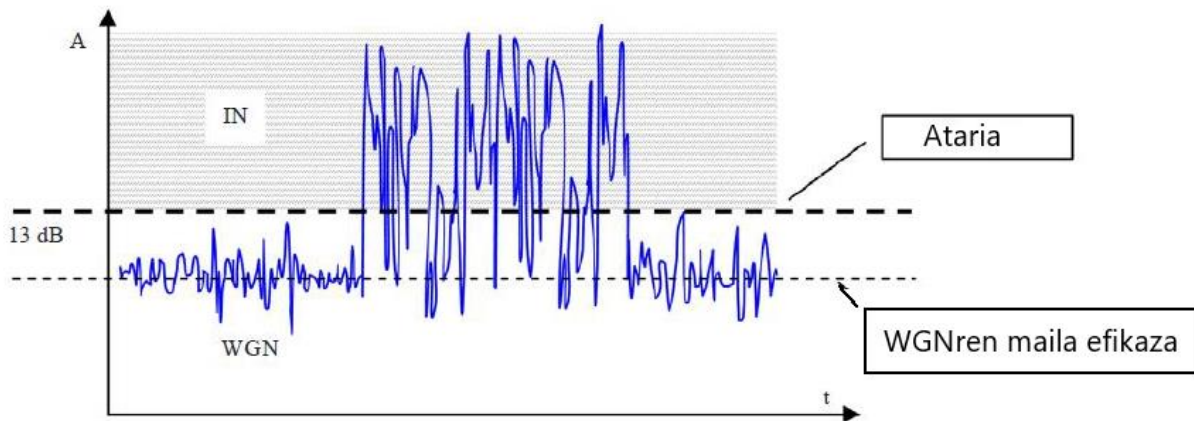
K : antena faktorea den dB-tan

f : neurria hartutako maiztasuna den MHz-tan

b : neurriaren banda zabalera den Hz-tan

7.2.5. IN laginen banatzea WGNtik

WGNa potentzia piko puntual eta oso laburrekin ere ager daiteke. Piko hauek, batezbesteko maila gainditzen dute eta INarekin konfunditu daitezke. IN laginak bakarrik identifikatzeko, WGNren gailurren balio efikazen maila baino 13 dB altuago atari bat ezartzen da. Atari hori gainditzen duten lagin guztiak pulsu-zarata balira bezala hartuko dira.



7. Irudia : IN ataria non dagoen eta WGN eta IN banatzen dituen maila

7.2.6. Pulsu-trenen konbinazioa pirrintak sortzeko

Zarata lagin errealen anplitudeen artean denborarekiko, batzuk pulsu-osagaia dela eta identifika daitezke. Oso gutxi irauten dute eta pulsu-trenak sortzen dituzte. Pulsuen mailaren neurketa pulsu baten interferentzia posiblean oinarritzen denez, pulsu-trenaren gailurrak ataza berri batean integratzea beharrezkoa da. Ataza berri horiei pirrinta deritze. Integrazio hori neurtutako laginen %50-ak ataria gainditzen badu soilik aurrera ateratzen da.

Erregistro batean pirrinta bakoitzaren iraupena horrela kalkulatzen da:

- 1) Hasteko, ataria gainditzen duten ondorengo lagin guztiak batzen dira, pulsu ere deitzen zaienak.

- 2) Lehen pultsuaren zentroa denboran zehazten da, C_0 . Pultsuek lagin kopuru bikoitia badute, C_0 zentroko bikoteko bigarren laginean ezarriko da.
- 3) Atari gaisetik dauden lagin kopurua kontaktzen da. %50 baino ehiago badira aurrera jarraitu.
- 4) Ataria gaintitzen duten lagin gehiago dauden begiratzen da, pultsuaren azken laginetik hasita. Hala bada pultsu berriak originalari gehitzen zaizkio pirrinta berria sortuz.
- 5) Pirrinta berriaren zentroa denboran zehazten da, C_1 .
- 6) Bai atari gaineko (N_a) baita azpiko (N_b) lagin kopuruak kontaktzen dira eta gero bata besteari kentzen zaio ($N_i = N_a - N_b$).
- 7) N_i laginerako atari gaisetik dauden laginak kontaktzen dira. Topatzen direnekin pirrinta berria sortzen da. Honen zentroa denboran zehazten da, C_2 . 5etik 7rako pausuak errepikatzen dira. Ez bada gehiagorik aurkitzen pirrintaren bukaera definitiboa da.
- 8) 5etik 7rako pausuak errepikatzen dira, baina pirrintaren bukaerarantz beharrean hasierarantz.
- 9) 2tik 8rako pausuak errepikatzen dira hurrengo pultsurako eta horrela denbora osoan.

7.2.7. Pultsuen parametroen banaketaren kalkulua

IN bere osotasunean karakterizatu ahal izateko ondoko parametroak kontuan izan behar dira:

- Pultsu/pirrintaren maila
- Pultsu/pirrintaren iraupena
- Pultsu/pirrintaren errepikapen maiztasuna edo periodoa
- Pultsu/pirrintaren iraupen totala.

Lehen hiru parametroak ausaz aldatzen diren, euren balioak banaketa grafiko batean aurkeztu behar dira.

7.2.7.1. Pultsu/pirrintaren maila

IN maila RBWren menpekkoa da eta horregatik IN mailak bistaratzean zein RBW erabili den zehaztu behar da. Neurtutako IN balio bat IN mailako dentsitate bihurtzeko ondokoa egin behar da:

$$Wg = U + 20 \log\left(\frac{1}{b}\right)$$

Non

Wg : espektro dentsitatea den dB ($\mu\text{V}/\text{MHz}$)

U : galerarik gabeko antena baten zarata tentsioa dB(μV)

b : zarataren banda zabalera (MHz)

7.2.7.2. *Pultsu/pirrintaren errepikapen maiztasuna edo periodoa*

Pultsu/pirrintaren hasiera/bukaera laginak identifikatu ondoren, honen iraupena horrela definitzen da:

$$N_1/f_s$$

Non

N_1 : pultsu barruko lagin kopurua den

f_s : laginketa maiztasuna den

Pultsu/pirrintaren periodoa honela kalkulatzen da:

$$N_2/f_s$$

Non

N_2 : pultsu barruan jarraian doazen lagin kopurua den

f_s : laginketa maiztasuna den

7.2.7.3. *Pultsu/pirrintaren iraupen totala*

Pultsu pirrintaren iraupen totala ondoko ehuneko modura aurkezten da:

$$i = (N_i/N) \cdot 100$$

Non

N_i : atari gainerik dauden lagin kopurua den

N : lagin kopuru totala den

7.3. NEURKETA-SISTEMA OSATZEN DUTEN HW/SW HAUTAKETA

7.3.1. Antena hautaketa

Aukeratu den antena, dipolo pasibo bat da. ITUren gomendioak esaten duenez eraikinen barrualdean neurketak egiteko antena dipolo pasiboa izan behar da. Gainera, eremu hauetan zarata erradioelektrikoa sortzen duten hainbat iturri daudenez, ezin da heltze angelua unifometzat eman. Beraz, azken hori kontuan

hartuta ez da gomendagarria antena direkzionala erabiltzea, eta horregatik norabide oroko antena hautatu da.

Hainbat aukeren artean R&Sen HK 309 antena erabiltzea erabaki da. Honek aurreko bi ezaugarriak ditu dipolo pasiboa baita eta norabide oroko erradiazio txantilo horizontala baitu.

Gainera antena honek aukeratu diren maiztasunak barnean hartzen ditu VHF banda barneratzen baitu.

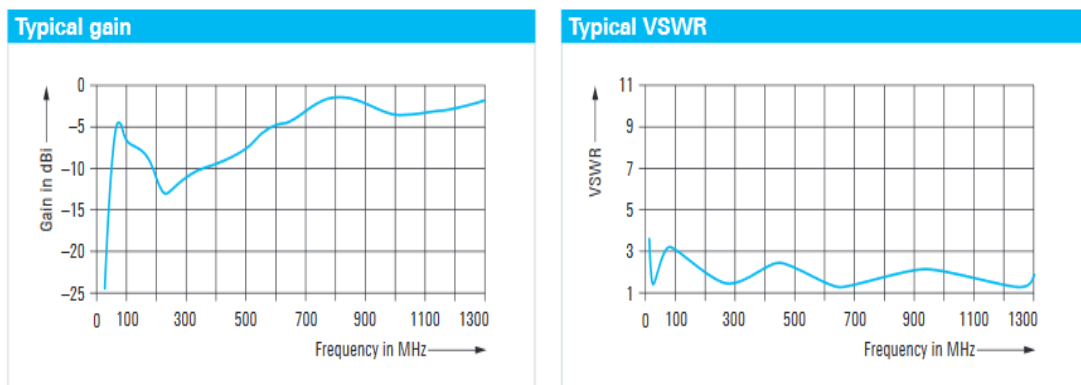
Ezaugarria	Balioa
Maiztasun tartea	20 MHz – 1.3 GHz
Polarizazioa	Lineala/Bertikala
Erradiazio txantilo horizontala	Norabide orotakoa
Sarrera inpedantzia	50 Ω
VSWR	Typ. < 3
Irabazia	-24 dBi-tik -2dBira
Konektorea	N emea

5. Taula : HK309 antenaren ezaugarriak



8. Irudia : HK309 antena

Hona hemen HK 309 antenaren jokaera erakusten duten irudiak:



9. Irudia : HK309 antenaren ezaugarriak

7.3.2. Seinale analizatzaile hautaketa

Aukeratu den seinale analizatzailea Anritsuren MS2690A modeloa izan da. Aparailu honen ezaugarriak hurrengoak dira:

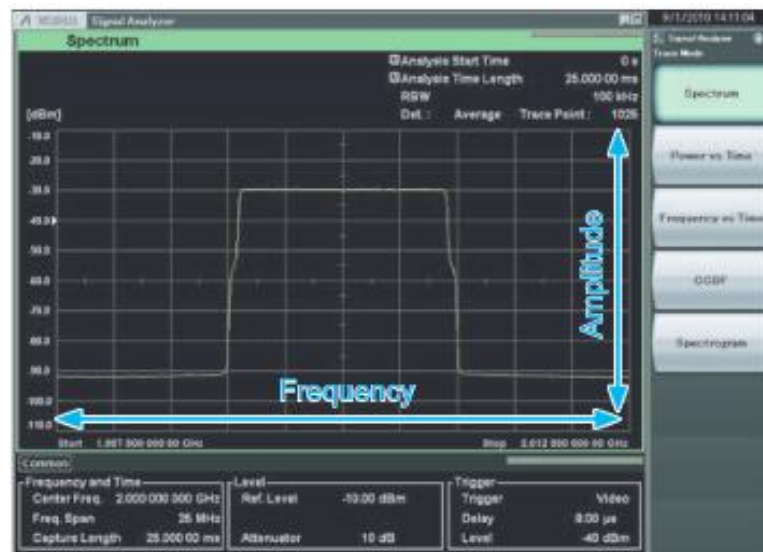
Ezaugarria	Balioa
Maiztasun tartea	50 Hz – 6 GHz
Zehaztasun maila	Typ. ± 0.3 dB
Tarte dinamikoa	177 dB
LAN irteera	
USB sarrera	



10. Irudia : Anritsu MS2690A analizatzailea

6. Taula : Anritsu MS2690A-ren ezaugarriak

Ondorengo irudian espeketroak nola ikusten diren dago adierazita:

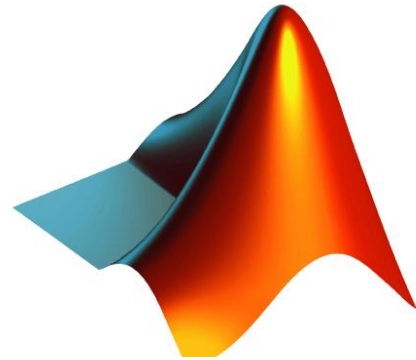


11. Irudia : Analizatzailearen espeketro ikuspegia

7.3.3. Software hautaketa

Prozesatze sistema eta hau bistartzeko interfazea sortzeko eta ondoren bertan aldaketak egiteko software bat aukeratzea beharrezkoa da. Horrela programa horren bidez pultsu-zarataren analisia egingo da.

Kasu honetan, aukeratu den softwarea Matlab 2016b izan da. Honen arrazoia programa nola zebilen banekiela da graduan zehar berau erabili baitugu. Gainera, software honek programa garatzeko beharrezko liburutegiak ditu.



12. Irudia: Matlab ikonoa

7.4. SISTEMAREN DISEINUA

Hasteko Rohde&Schwarz-en HK309 antenaren eta Anritsu MS2690A seinale analizatzailearen bidez bai LEDaren bai inguratzeko zerraren WGNa neurtu dira. Neurketa hauek Bilboko Ingeniaritza eskolako B eraikineko 4. solairuan egin dira. Iturriak antena horretatik 0.5 m, 1 m, 1.5 m, 2 m eta 3 m-ra jarri dira, distantzia bakoitzerako lau maiztasun desberdin erabiliz (63 MHz, 77 MHz, 128 MHz eta 139 MHz).

Hau egin ondoren, analizatzaileko datuak ordenagailura pasatu dira bertan prozesatu ahal izateko. Prozesatze hau egiteko prozesatze programa islatzen duen GUI bat erabili da. GUI bat erabiltzaile interfaze grafiko bat da, kasu honetan Matlab programaren bitartez egin dena.

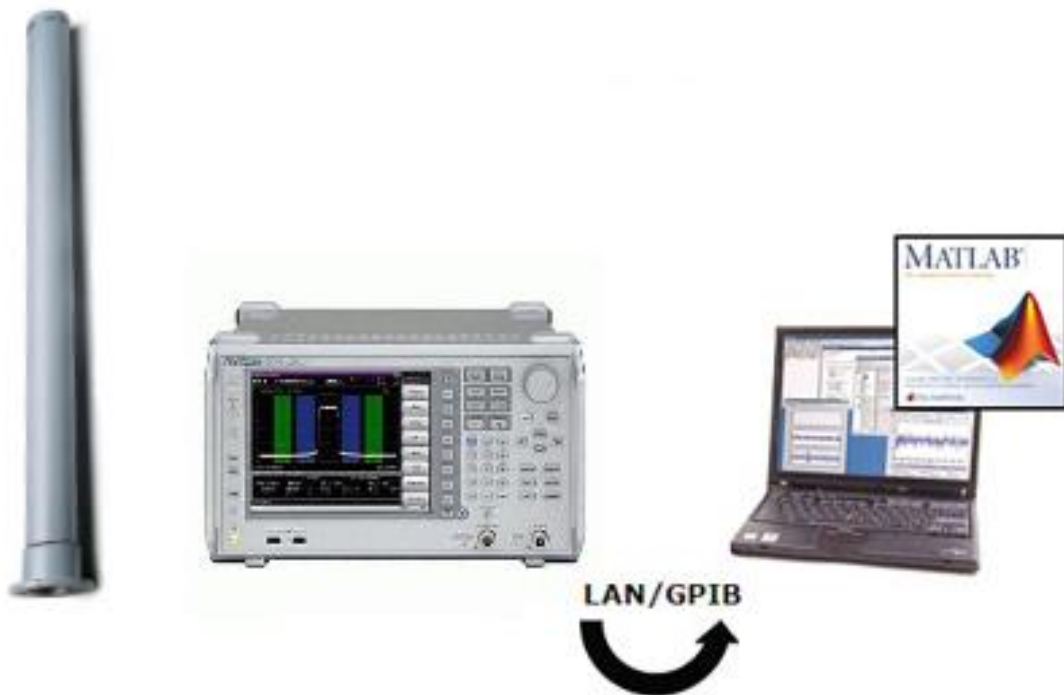
GUI honek, ondoko parametroak ematen ditu:

- Igorritako maiztasuna
- Laginak segunduko
- Lagin kopurua
- Neurtutako denbora
- Batezbesteko WGN balioa
- WGNaren balio ertaina
- WGN balio maximoa eta minimoa
- WGNaren desbiazio tipikoa
- Pultsu-zarataren atari balioa
- Pirrinta kopurua
- Pirrintaren batezbesteko potentzia
- Pirrintaren iraupena
- Pirrinten arteko espazioa

7.5. PULTSU-ZARATAREN NEURKETA

Rohde&Schwarz-en HK309 antenaren bidez distantzia desberdiner dauden gailuen WGNa neurtzen da. Antena hau Anritsu MS2690A seinale analizatzaile dago konektatuta, non honek hartzaile modura lan egiten duen. Hartzaileko datuak ethernet kable baten bitartez, ordenagailu batera pasatzen dira eta bertan Matlab programaren bidez egindako prozesatze programa baten bidez datu horiek prozesatzen dira.

Hurrengo irudian ikusgai dago erabilitako sistema:



13. Irudia: Erabilitako neurketa sistema

7.6. NEURKETARAKO PARAMETROEN HAUTAKETA

Atal honetan neurketak egitean erabili diren eszenatoki desberdinak deskribatzen dira. Eszenatoki horiek garatzeko hainbat parametro aukeratu dira, batzuk finkoak direnak neurketa guztietarako eta beste batzuk eszenatokia garatzeko balio dutenak.

Eszenatoki guztiek dituzten parametro komunak ondorengoak dira:

Parametroa	Balioa
Banda-zabalera	5 MHz

Laginketa-abiadura	10 MHz
Harrapaketa denbora	5 s
Neurketa denbora	0.25 s

7. Taula : Neurketetarako parametro komunak

Eszenatoki desberdinak sortzeko maiztasuna, distantziak eta antena faktorea aldatu dira. Horrela euren artean modifikazioak eginez ondorengo eszenatokiak lortu dira:

Eszenatokia	Maiztasuna (MHz)	K (dB)	Distantzia (m)
E1	63	10	0.5
E2			1
E3			1.5
E4			2
E5			3
E6	77	10	0.5
E7			1
E8			1.5
E9			2
E10			3
E11	128	18	0.5
E12			1
E13			1.5
E14			2
E15			3
E16	139	18	0.5
E17			1

E18			1.5
E19			2
E20			3

8. Taula : Neurketetarako eszenatoki desberdinen parametroak

Eszenatoki bakoitzarentzako 7.4x. puntuan aipatzen diren parametro guztiak lortu dira. Gero, balio horiekin F_a , burst ratioa eta WGN batezbestekoa kalkulatu dira emaitzetan irudikatuak izateko.

F_a aurretik esan bezala kanpo zarata faktorea da. WGN batezbestekoa zarata gaussiar zuriaren lagineko batezbestekoa. Burst ratioak, zenbat pirrinta edo IN pultsu dauden denbora tarte txiki batean, kasu honetan segundoko, adierazten du.

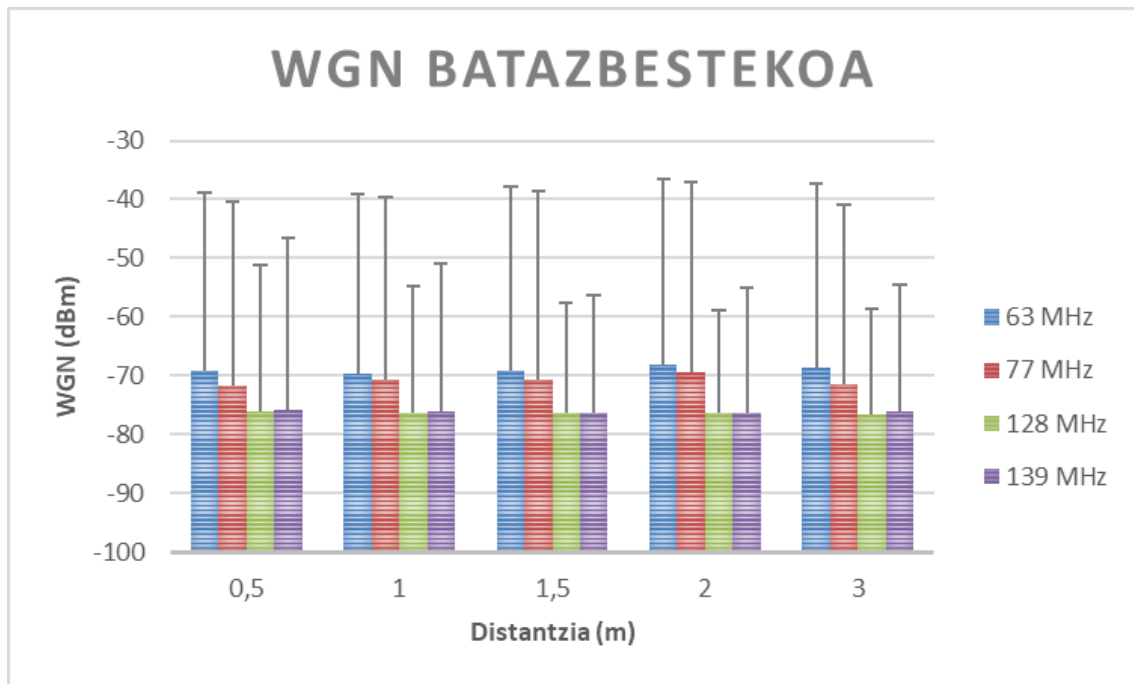
F_a kalkulatzeko, aurreko atalean adierazten den bezala K antena faktorea erabiltzen da, non hau antenak induzitzen duen eremu elektrikoaren intentsitatearen eta potentzial-diferentziaren arteko erlazioa den.

7.7. EMAITZAK

7.7.1. LEDa iturri bezala hartuz

7.7.1.1. WGN batezbestekoa

Ondorengo grafikoan LED lanparak duen WGN edota zarata gaussiarraren balioak ditugu. Alde batetik zarata horren batezbestekoa eta bestetik maximoa.



14. Irudia: LEDaren WGN batezbestekoa

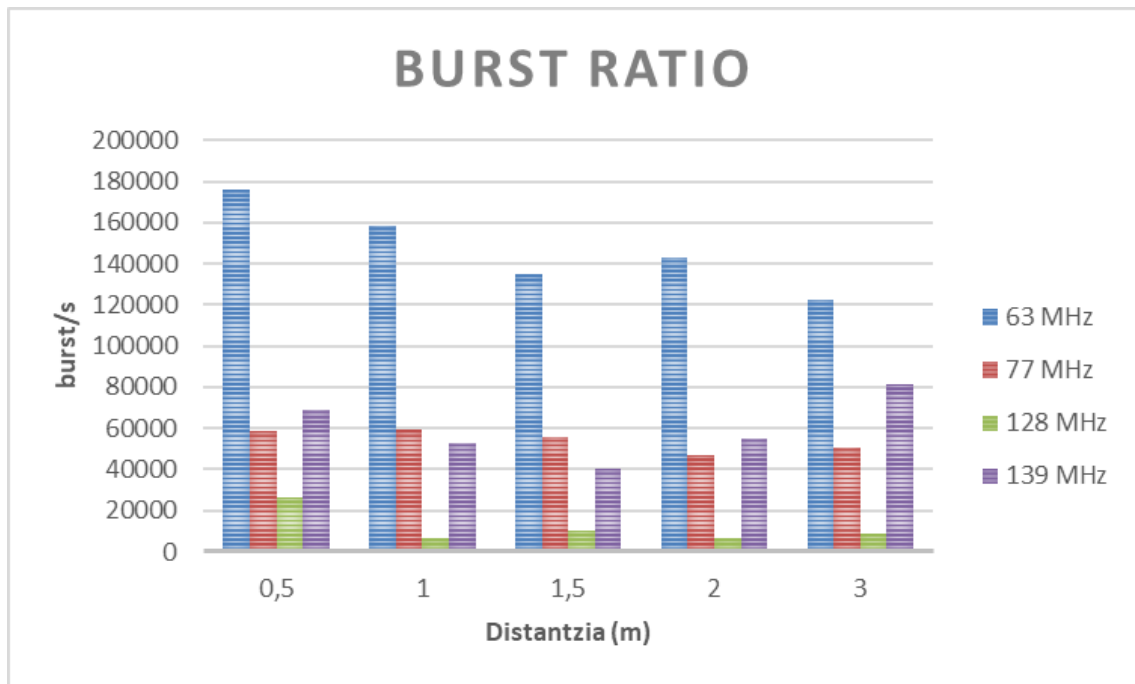
Distantzia guztietan antzematen denez, WGN batezbestekoari erreparatuz, 63 MHz-tan zarata maila handiagoa da beste maiztasunetan baino. Gainera maiztasuna igotzen goazen heinean zarata gutxitzen dela ere esan daiteke.

Beste alde batetik, distantzia desberdinetan balioak oso antzerakoak direla ikus daiteke.

Maximoak erreparatzen badira, batezbestekotik 20dB-30dB-ra bitartean daudela ikusten, beti ere maiztasun txikiagoan dabilenean maximoa altuago egonda batezbestekoarekin gertatzen den bezala.

7.7.1.2. BURST ratioa

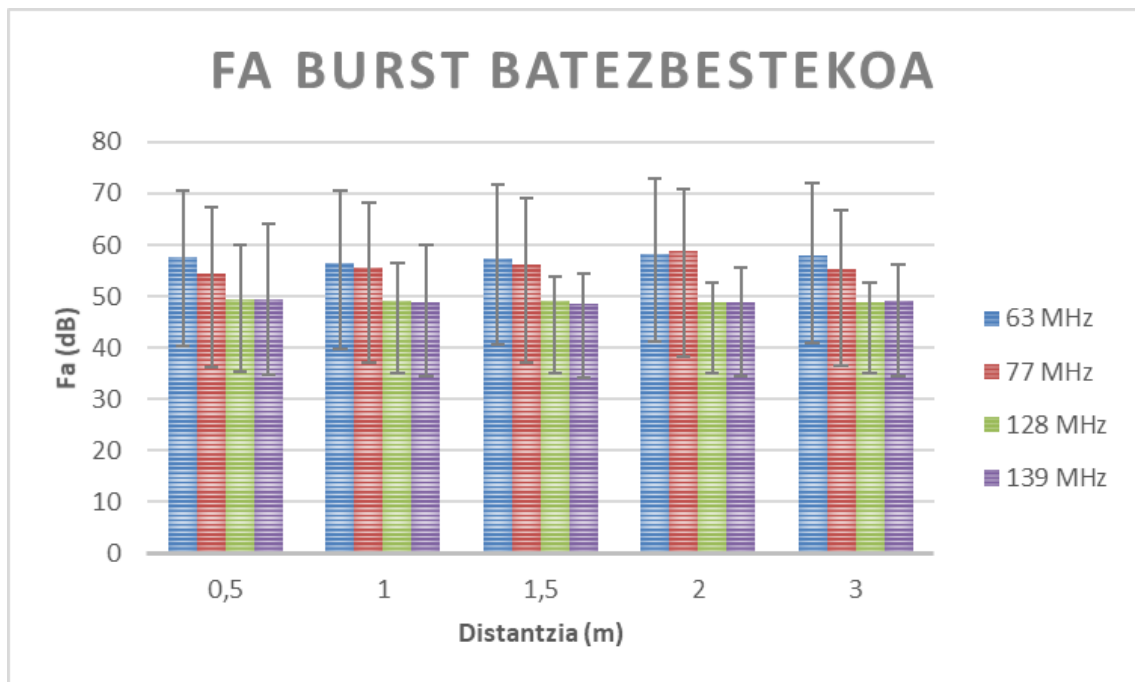
Ondorengo grafikoan, LED lanparak sortzen duen burst ratioa adierazita dago distantziaren menpe.



15. Irudia: LEDaren burst ratioa

Argi eta garbi ikusten denez, burst ratio handiena maiztasun txikietan agertzen da. Gainera gertutasunaren arabera bursta aldatu egiten dela esan daiteke, hurbilen dagoen gunean altuena izanik.

7.7.1.3. FA BURST BATEZBESTEKOA



16. Irudia: LEDaren kanpo zarata faktorearen batezbestekoa

Aurreko irudian LED lanparak duen kanpoko zarata aztertzen da. Zarataren balioa distantziaren menpe dago. Gainera FA burstaren errore marjina ere adierazten da.

Kasu honetan maiztasunaren alorrean, hau hazten doan heinean kanpo zarata jaisten doala esan daiteke, betiere maila altuena 63 MHz-tan izanik.

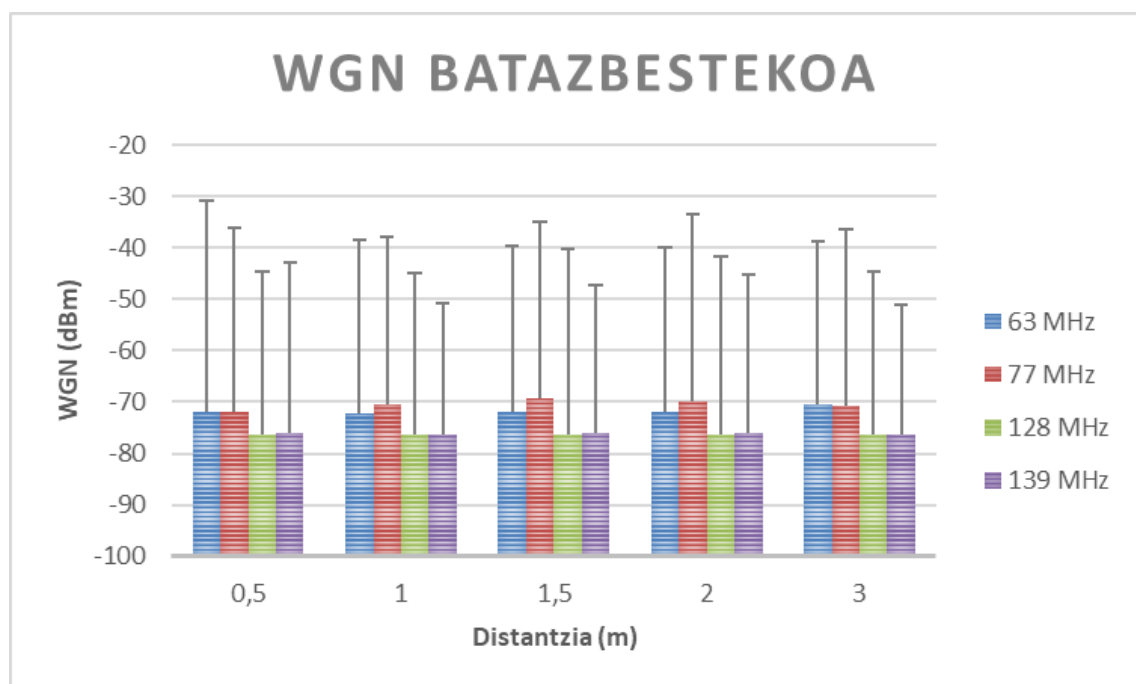
Distantzia desberdinetan aldaketak minimoak dira, nahiz eta eszenatoki aldaketaren batean balio aldaketak ere egon ahal izatea.

Errore marjinari dagokionez, gora eta behera aldaketa nahiko antzekoa dagoela esan daiteke. Aldaketa hau 15 dB ingurukoa da lagin guztietan.

7.7.2. Inguratzeko zerra iturri bezala hartuz

7.7.2.1. WGN batezbestekoa

Ondorengo grafikoan inguratzeko zerrak duen WGN edota zarata gaussiarraren balioak ditugu. Alde batetik zarata horren batezbestekoa eta bestetik maximoa.



17. Irudia: Zerraren WGN batezbestekoa

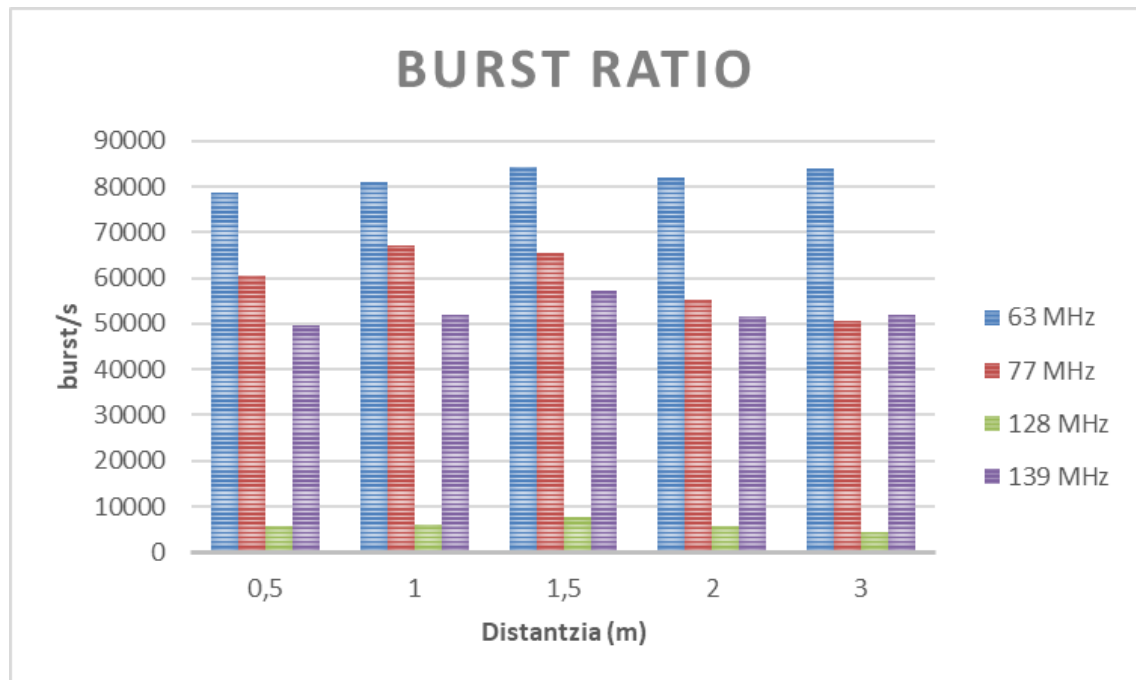
Distantzia guztietan antzematen denez, WGN batezbestekoari erreparatuz, 63 MHz eta 77 MHz-tan zarata maila handiagoa da beste maiztasunetan baino. Kasu honetan maiztasun txikiak nahiko pareko ikusten dira baita handienak ere.

Beste alde batetik, distantzia desberdinetan balioak oso antzerakoak direla ikus daiteke.

Maximoak erreparatzen badira, batezbestekotik 25dB-35dB-ra bitartean daudela ikusten, beti ere maiztasun txikiagoan dabilenean maximoa altuago egonda batezbestekoarekin gertatzen den bezala.

7.7.2.2. BURST ratioa

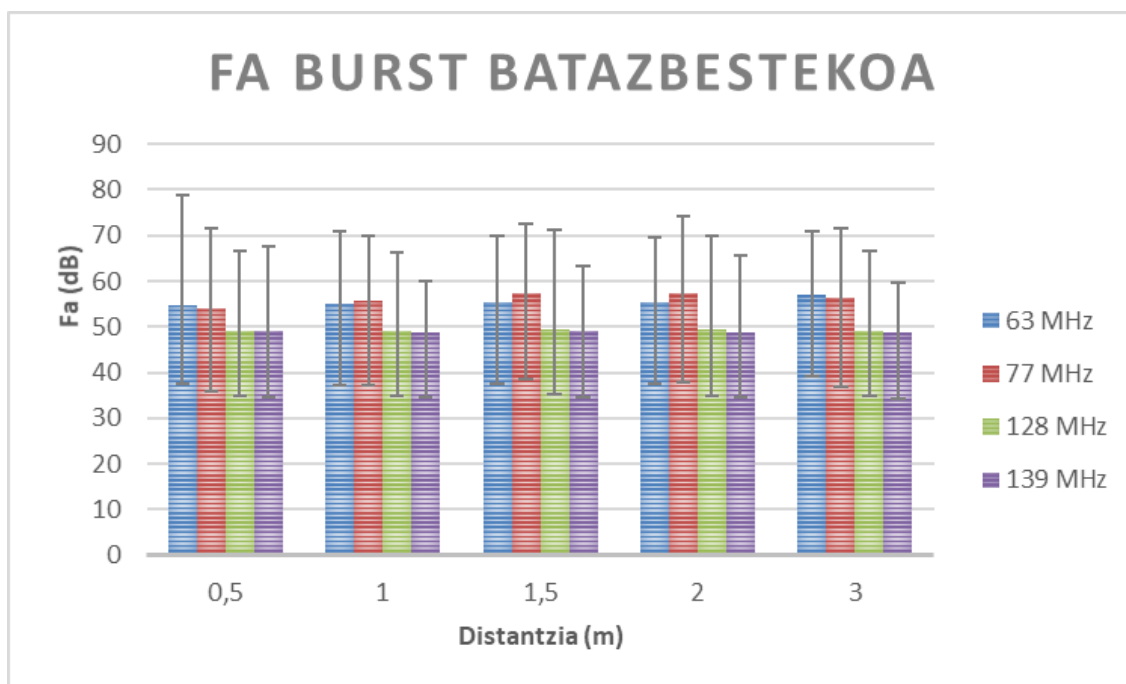
Ondorengo grafikoan, inguratzeko zerrak sortzen duen burst ratioa adierazita dago distantziaren menpe.



18. Irudia: Zerraren burst ratioa

Argi eta garbi ikusten denez, burst ratio handiena maiztasun txikietan agertzen da. Horrez gain oso aldaketa handia nabaritzen da iturriak 128 MHz –tan emititzen duenean balioak 63 MHz-takoen zortzirena baino gutxiago izanik.

7.7.2.3. FA BURST batezbestekoa



19. Irudia: Zerraren kanpo zarata faktorearen batezbestekoa

Aurreko irudian inguratzeko zerra elektrikoak duen kanpoko zarata aztertzen da. Zarataren balioa distantziaren menpe dago. Gainera FA burstaren errore marjina ere adierazten da.

Kasu honetan, zarata gaussiararekin gertatzen den antzera, maiztasunaren alorrean, oso pareko daude maiztasun baxuetako balioak eta altuetakoak. Lehen gertatzen zen bezala maiztasun altuetan kanpo zarata baxuagoa da.

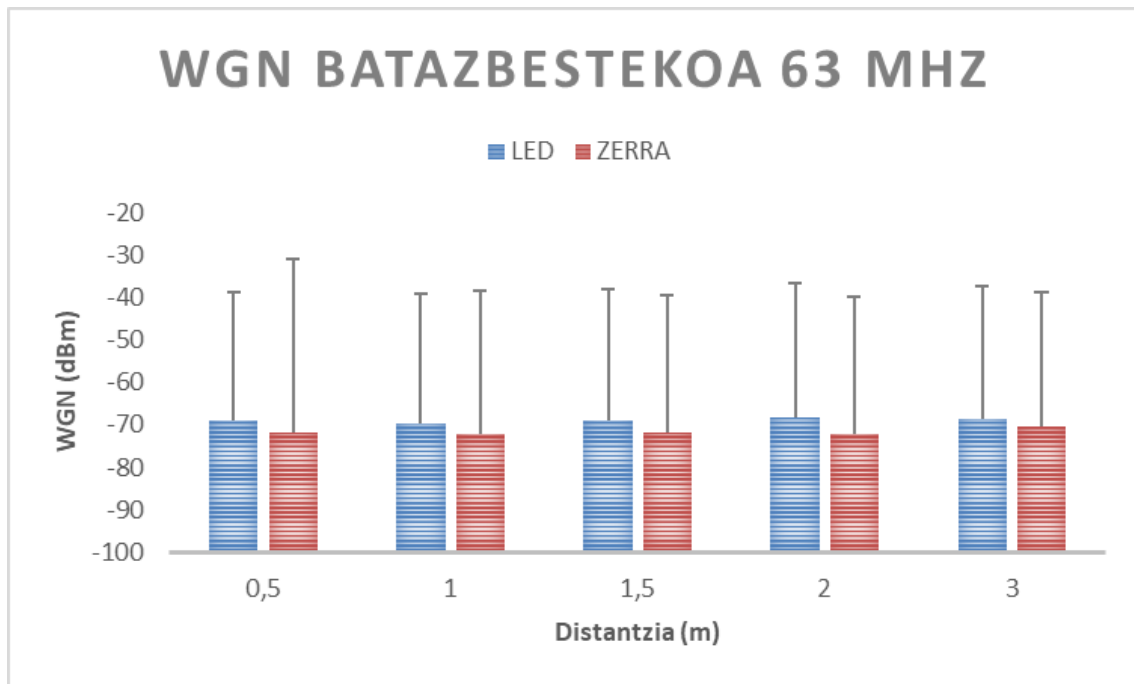
Distantzia desberdinetan aldaketak minimoak dira, nahiz eta eszenatoki aldaketaren batean balio aldaketak ere egon ahal izatea.

Errore marjinari dagokionez, gora eta behera aldaketa nahiko antzekoa dagoela esan daiteke, nahiz eta maximoa batezbestekotik hurrunago dagoen. Aldaketa hau 15 dB ingurukoa da lagin gehienetan, 20 dB inguruko aldaketak agertzen diren handienak direlarik.

7.7.3. Konparazioa 63 MHz

7.7.3.1. WGN batezbestekoa

Ondorengo grafikoan, zarata zuriaren batezbestekoa agertzen da, bai LEDarekin baita inguratzeko zerran ere.



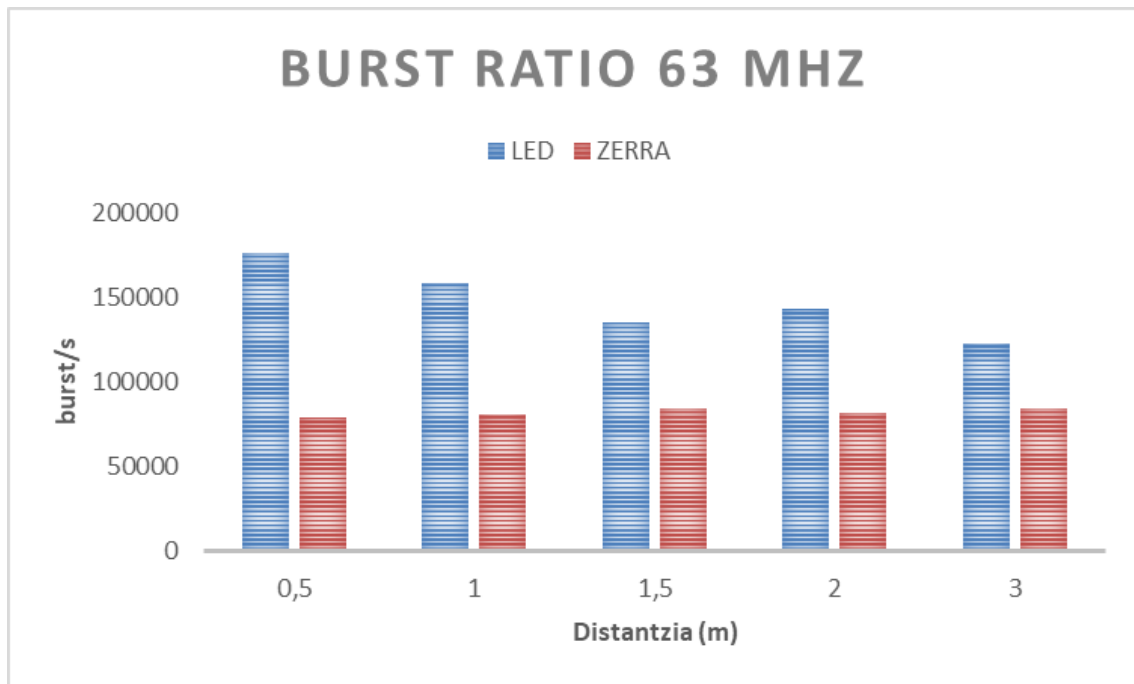
20. Irudia : Konparazioa 63MHz-tan (WGN batezbestekoa)

63 MHz-ko maiztasun honetan, bi aparailuen batezbestekoak -70 dBm eta -80 dBm artekoak direla ikusten da. Distantzian aldaketak minimoak dira beti LEDaren balioak inguratzeko zerrarenak baino handiagoak izanik.

Zarata gaussiarraren balio maximoak ikusten, normalean antzerako mantentzen dira inguratzeko zerrak 0.5 m-ra duen pikua kenduta. Aipatutako azken hori kenduta, maximoak batezbestekotik 30 bat dezibeliora daude.

7.7.3.2. BURST ratioa

63 MHz-ko bataren eta bestearen burst ratioak begiratzen badira, LEDarenak inguratzeko zerrarenak baino handiagoak direla argi ikusten da.



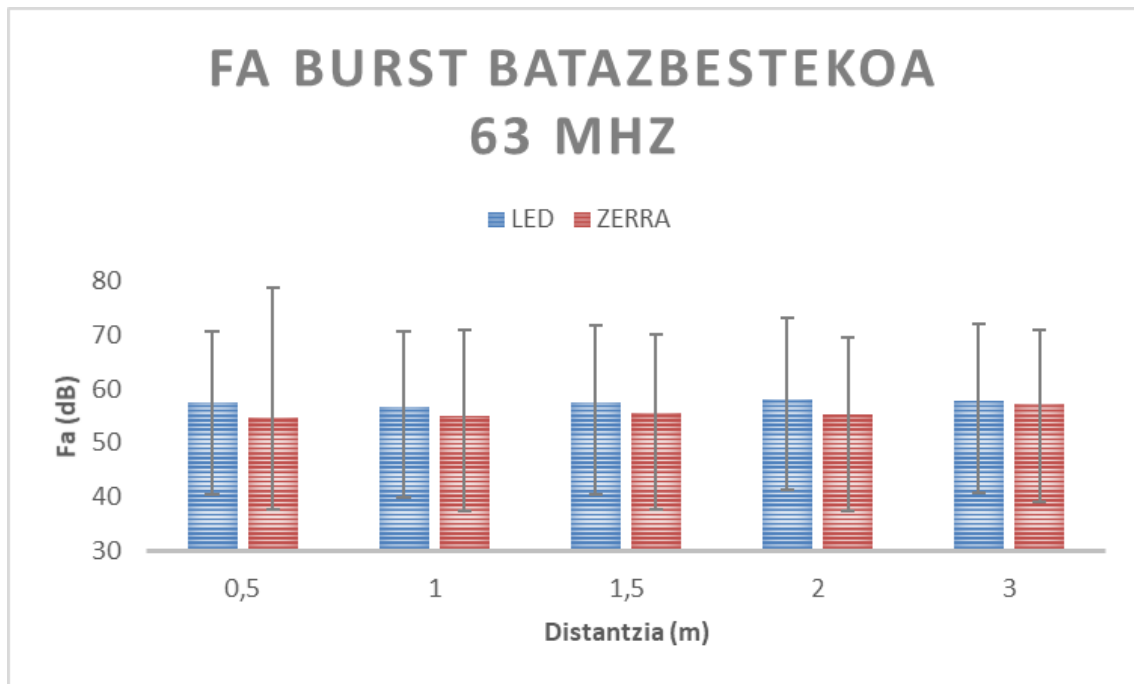
21. Irudia: Konparazioa 63MHz-tan (Burst ratioa)

Distantzian balioak aztertuz, LEDaren kasuan balioak nahiko edo oso aldakorrak direla esan daiteke, iturria urruntzen doan heinean ratioa txikiagoak direla ikusita. Inguratzeko zerraren kasuan, aldiz, balioak oso antzerakoak dira eszenatoki guztietan.

7.7.3.3. FA BURST batezbestekoa

Ondorengo grafikoan ikus daitekeenez, FA burstaren batezbestekoa zarata zuriaren batezbestekoaren jokaera antzekoa du. Lagin guztietan gainditzen du LEDak inguratzeko zerra eta distantziaren araberako aldaketa minimoa da.

Maximo eta minimoak kontuan hartuta, hauek ere zarata gaussiarraren jokaera jarraitzen dute. Errore normala 15 dB eta 20 dB artekoa da, baina badago hori baino aldaketa handiagoa daukan laginik.



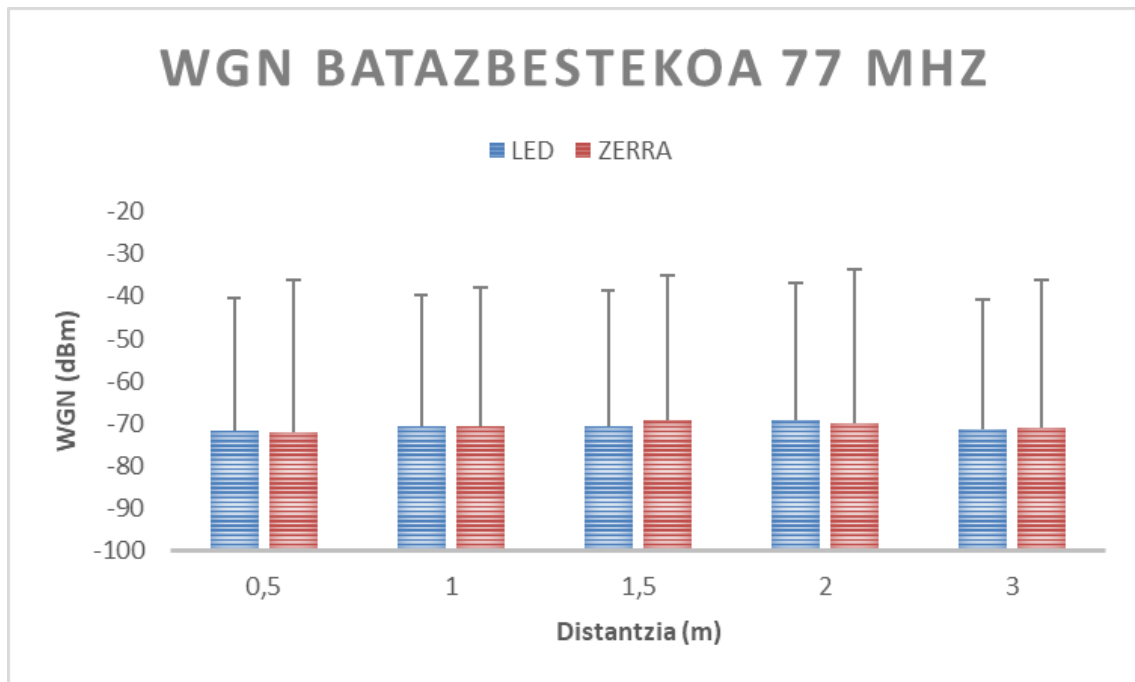
22. Irudia : Konparazioa 63 MHz-tan (Kanpo zarata faktorearen batezbestekoa)

7.7.4. Konparazioa 77 MHz

7.7.4.1. WGN batezbestekoa

Azpiko argazkian ikusten den moduan, zarata zuriaren batezbestekoa oso parekoa da bi gailuen artean 77 MHz-tan. Gainera, kasu honetan, balio maximoak batezbestekoak baino 30-35 dB altuagoak dira.

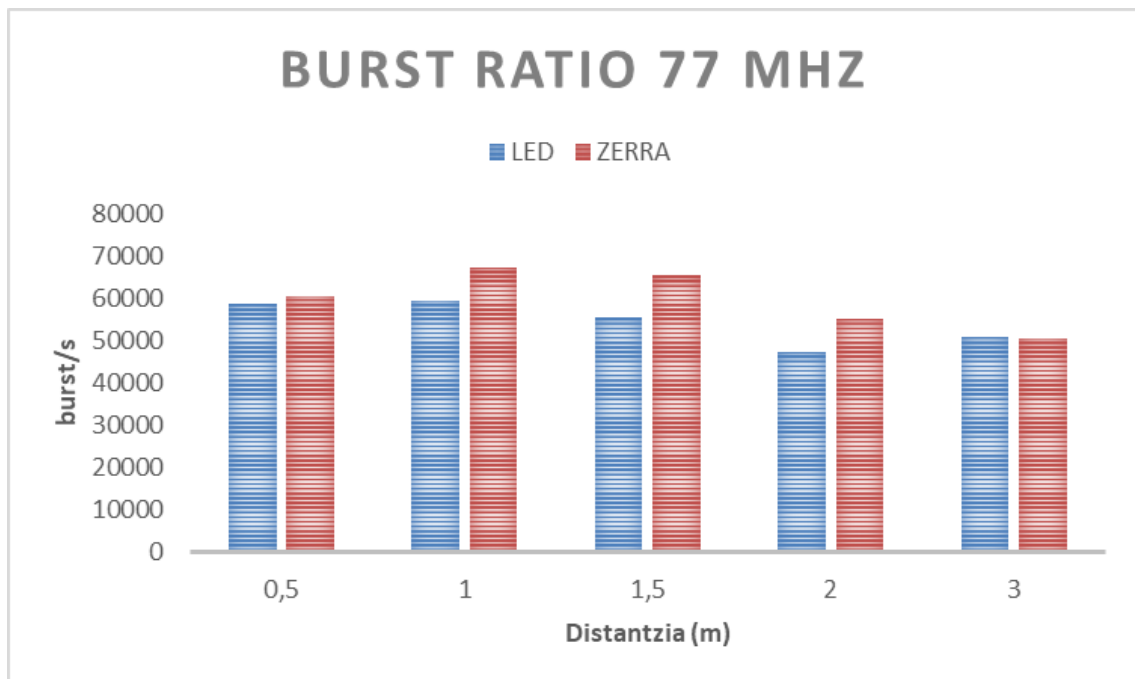
Distantziak konparatzen baditugu, ez da aldaketa nabaririk antzematen, distantzia oro balioak oso pareko izaten jarraitzen baitute, beti balioa -70 dB inguru baitago.



23. Irudia: Konparazioa 77 MHz-tan (WGN batezbestekoa)

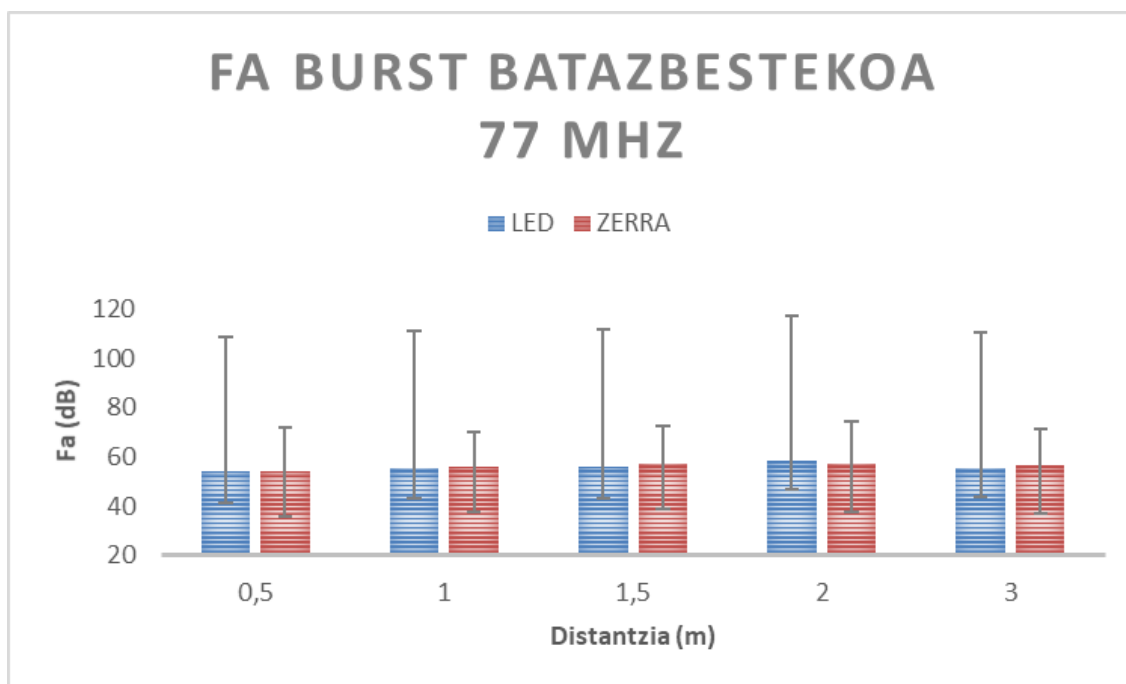
7.7.4.2. BURST ratioa

Burst ratioari dagokionez, 77 MHz-tan, zerrak LEDak baino gehiago duela esan daiteke. Egia da distantzia hurbilenean eta urrunenean balioak oso pareko daudela, baina erdiko distantzietan zerrak 1000 unitate inguru gehiago ditu LEDak baino.



24. Irudia: Konparazioa 77 MHz-tan (Burst ratioa)

7.7.4.3. FA BURST batezbestekoa



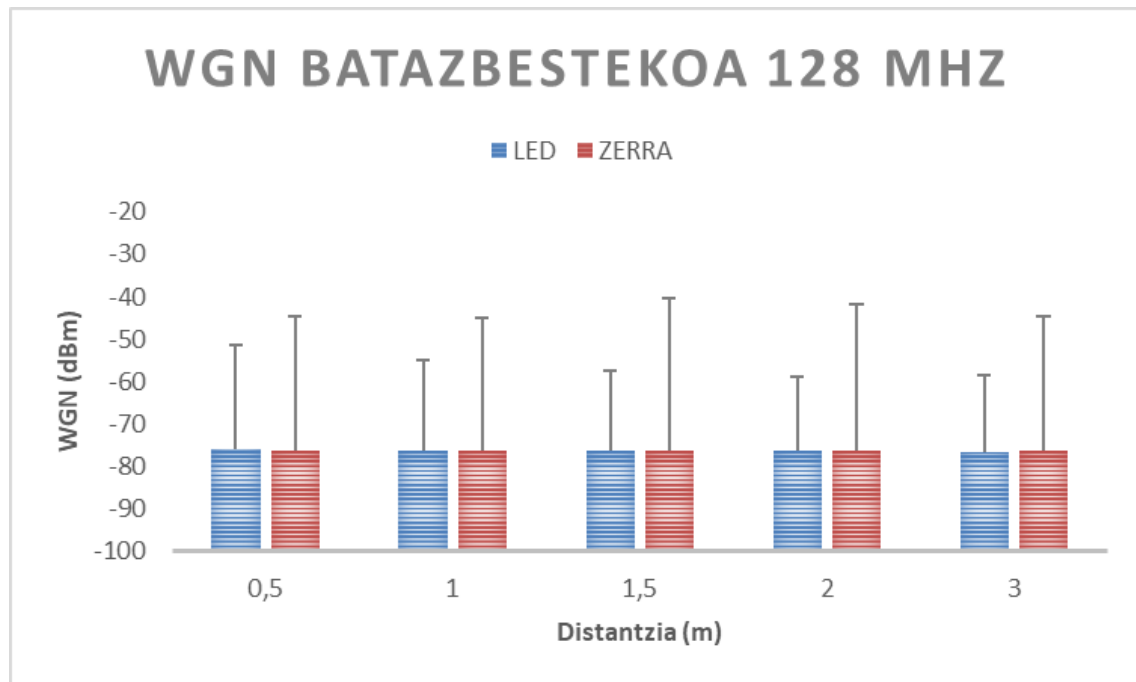
25. Irudia: Konparazioa 77 MHz-tan (Kanpo zarata faktorearen batezbestekoa)

Aurreko grafikoan ikus daitekeenez, FA burstaren batezbestekoak zarata zuriaren batezbestekoaren jokaera antzekoa du 63 MHz-eko kasuan bezala. Lagin guztietan nahiko pareko daude, nahiz eta inguratze zerrak LEDaren gainetik egon normalean.

Maximo eta minimoak kontuan hartuta, LEDaren maximoak inguratze zerrarenak baino askoz ere altuagoak direla bistakoa da. Minimoak aldiz, inguratze zerrak LEDak baino baxuago ditu.

7.7.5. Konparazioa 128 MHz

7.7.5.1. WGN batezbestekoa

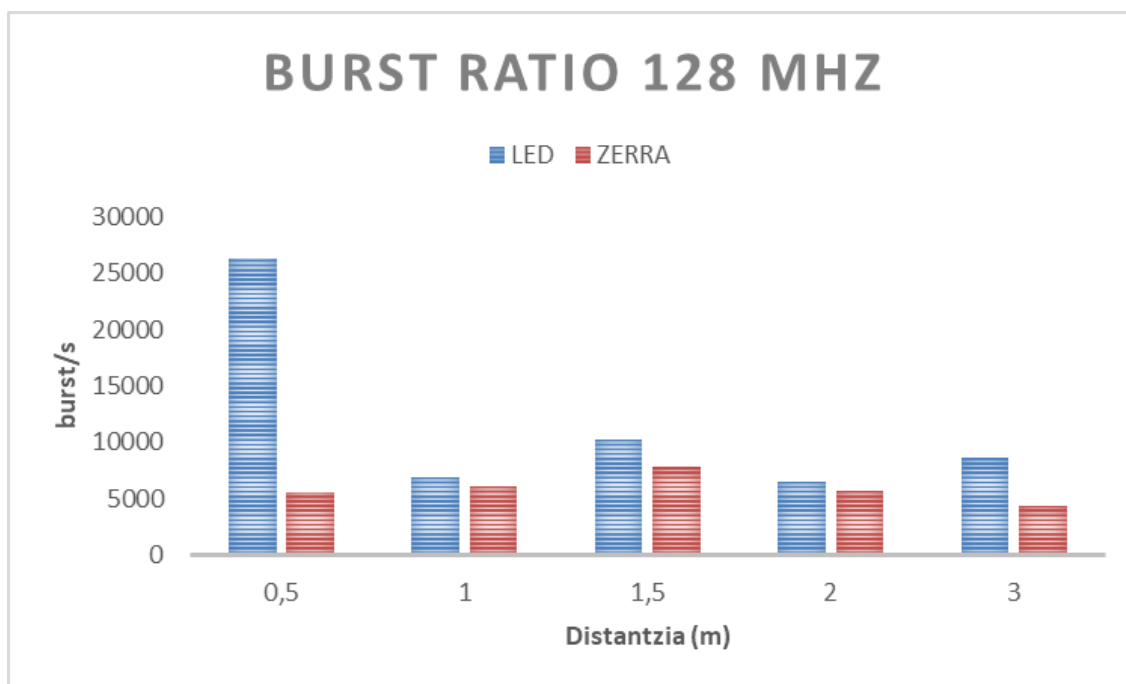


26. Irudia : Konparazioa 128 MHz-tan (WGN batezbestekoa)

128 MHz-tako konparazioa eginez gero, WGNren batezbestekoa begiratu, LEDak eta inguratzeko zerrak sortzen duten zarata zuria oso antzekoa dela ikusten da. Distantzian ere aldaketarik ez dagoela dirudi, distantzia desberdinetako lagin guztiak -76 dBm inguruan egonda.

Maximoetan fijatuta, inguratzeko zerrarenak LEDaren pikoetatik gorago daude, denetatik maximo altuena 1.5 m-ra inguratzeko zerrak lortutakoa izanik batezbestekotik 36 bat dezibeliora.

7.7.5.2. BURST ratioa



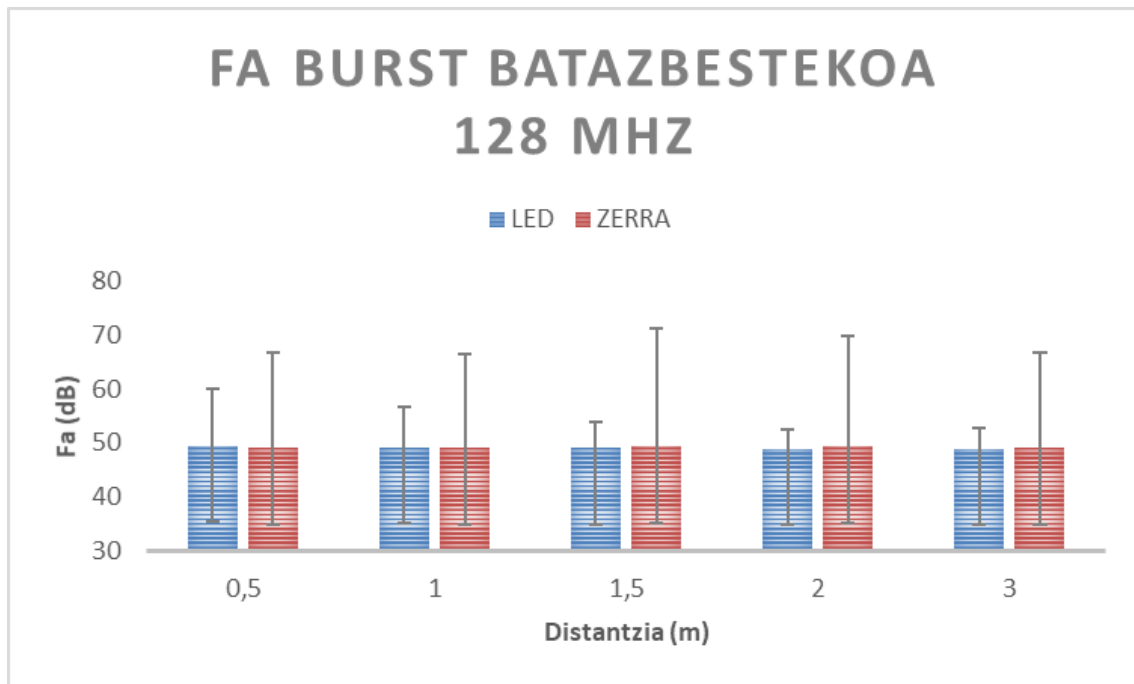
27. Irudia: Konparazioa 128 MHz-tan (Burst ratioa)

Frekuentzia honetako burst ratioa begiratu, LEDak 0.5 m-ra duena gailentzen da beste guztien gainetik. Egia da, distantzia guztietan lanpararena zerrarena baino handiagoa dela, baina distantzia horretan gertatzen dena da aipagarriena.

7.7.5.3. FA BURST batezbestekoa

FA BURST batezbestekoa 128 MHz-tan aztertzen bada, balio guztiak, bai inguratzeko zerrarenak, baita LEDarenak ere, 46-47dB inguruan daudela ikusten da, distantziak balio hauek aldatzen ez dituelarik.

Maximo eta minimoak aztertuz, inguratzeko zerrarenak lanpararenak baino handiagoak dira, azken honenak apenas gainditzen baitute batezbestekoarena. Minimoak aztertuz, bai batenak bai bestearenak nahiko balio antzekoak dituzte 35 dB ingurukoak.



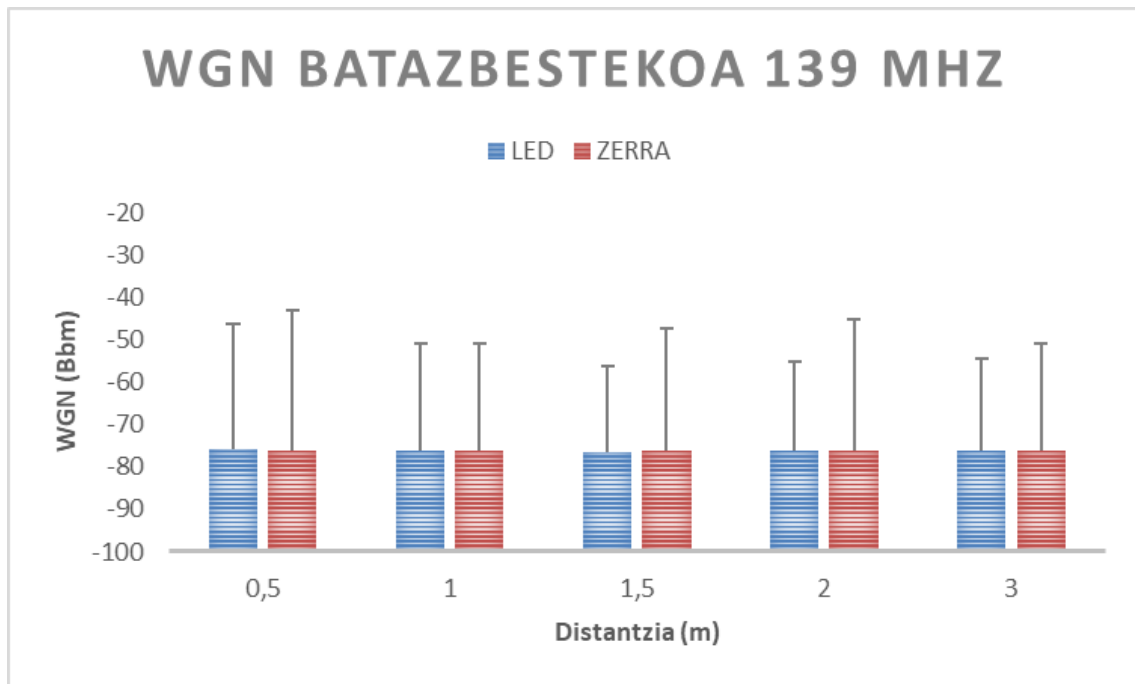
28. Irudia: Konparazioa 128 MHz-tan (Kanpo zarata faktorearen batezbestekoa)

7.7.6. Konparazioa 139 MHz

7.7.6.1. WGN batezbestekoa

Kasu honetan ere, zarata zuriaren batezbestekoak oso parekoak dira bai LEDean bai inguratzeko zerran. Bi gailuen WGN batezbestekoa -77 dBm ingurukoa da distantzia guztietarako.

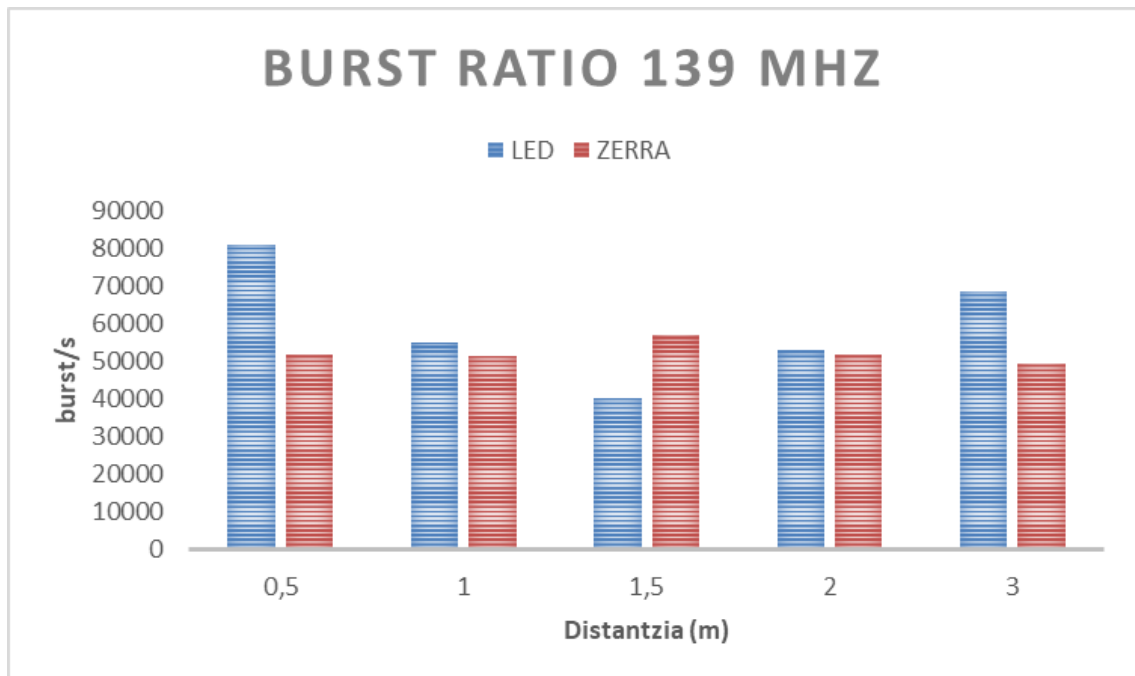
Maximoak aztertuz, inguratzeko zerrak maximo altuagoak dituela ikusten da LEDarenak baino gutxi gorabehera 10 dB altuagoak.



29. Irudia : Konparazioa 139 MHz-tan (WGN batezbestekoa)

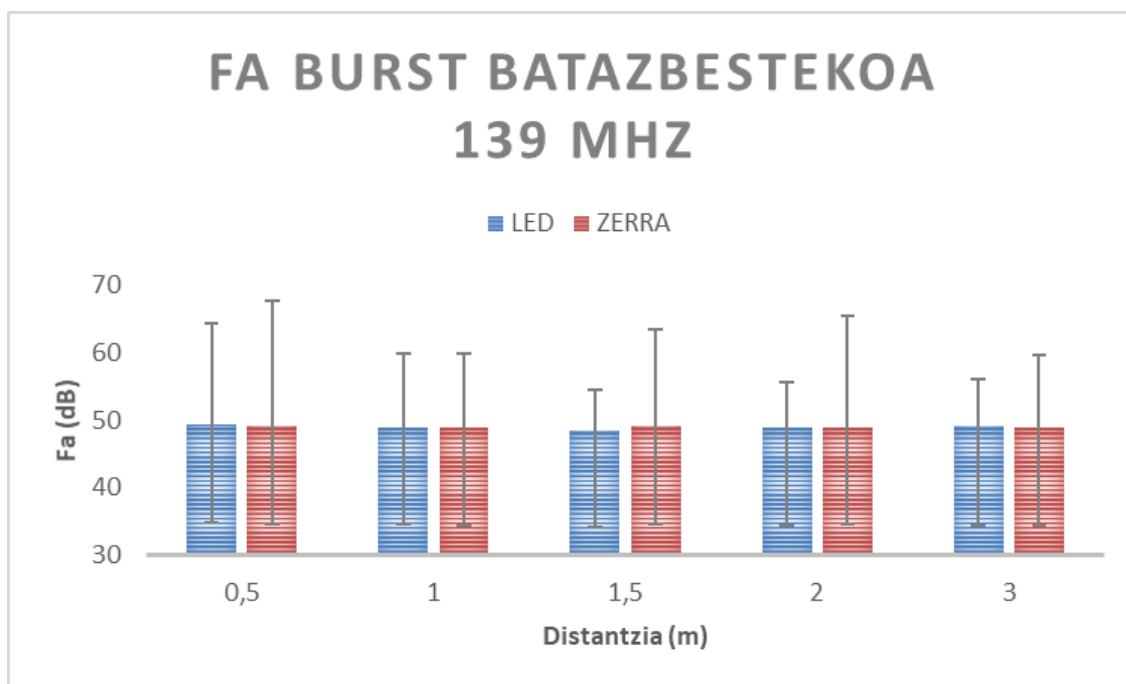
7.7.6.2. BURST ratioa

Burst balioak aztertzen badira 139 MHz-tan, LEDarenak normalean inguratzekeo zerrarenak baino altuagoak direla ikus daiteke. Hala ere, 1.5 m-ko distantzian zerrak LEDak baino burst rate altuagoa du.



30. Irudia : Konparazioa 139 MHz-tan (Burst ratioa)

7.7.6.3. FA BURST batezbestekoa



31. Irudia: Konparazioa 139 MHz-tan (Kanpo zarata faktorearen batezbestekoa)

FA BURST batezbestekoa ere, zarata gaussiarraren batezbestekoa bezala oso pareko dago distantzia guztietan. Gainera maximoek ere zarata zuriak duen patroia jarraitzen dute.

8. GASTU AITORPENA

Kapitulu honetan proiektua garatzeko izan diren gastu guztiak agertzen dira. Kostu horiek lau multzotan banatuko dira: barne-orduak, amortizazioak, azpi-kontratazioak eta gastuak orokorrean.

8.1. KOSTUAK

8.1.1. Barne-orduak

Atal honetan proiektuak parte hartu duen pertsona ororen ordu kopurua eta horrek dakartzan kostuak adierazten dira.

Partaidea	Ordu kopurua	Kostua orduko(€/h)	Kostua(€)
Zuzendaria	80	60	4800
Proiektu egilea	350	30	10500
Barne-ordu kostu totala			15300€

9. Taula : Barne-orduen kostuak

8.1.2. Amortizazioak

Atal honetan proiektua aurrera eramateko behar izan diren aktiboak agertzen dira. Aktibo hauek bai software bai hardware eran ager daitezke. Ondorengo taulan agertzen diren aktiboak jada TSR laborategian daudenak dira, berrerabili ahal direnak.

Baliabidea	Bizitza erabilgarria (ordu)	Hasierako kostua(€)	Ordu kopurua (ordu)	Kostua (€)
Ordenagailua	2000	800	300	120
Matlab 2016b lizentzia	1700	2000	200	235
HK 309 antena	1900	1900	100	100
Anritsu MS2690A seinale analizad.	2000	21000	150	1575
LED Lanpara		10		10
Inguratzeko zerra		65		65
Beste batzuk		200		200
Guztira				2305 €

10. Taula: Amortizazioen kostuak

Beste batzuk atalaren barnean kableak, egokigailuak, sarrera inpedantziak... sartzen dira.

8.1.3. Azpi-kontratazioak

Atal honetan erabilitako azpi-kontratazioak azaldu beharko lirateke, baina ez denez halakorik egin ez da ezer adierazten.

8.1.4. Gastuak

Atal honetan, proiektuan erabili diren, baina hortik aurrera erabili ezingo diren gastuak daude ikusgai.

Baliabidea	Kostua(€)
Elektrizitatea	40
Bulego materiala	80

Beste batzuk	30
Guztira	150 €

11. Taula: Gastuen kostuak

8.2. KOSTU AITORPENA

Atal honetan kostu guztien aitorpena egingo da, non aurretik aipatutako kostu desberdin horien batura izango den.

Ataza	Kostua (€)
Barne-orduak	15300
Amortizazioak	2305
Azpi-kontratazioa	-
Gastuak	150
Guztira	17775€

12. Taula: Kostuen aitorpena

9. PLANGINTZA

Kapitulu honetan proiektua nola planifikatu den deskribatzen da. Horretarako egin behar izan diren lan eta atazak identifikatu dira, horiek deskribatu eta zenbat denbora eman den bakoitzerako adierazten da.

9.1. LAN TALDEA

KODEA	IZEN-ABIZENAK	ERANTZUNKIZUNA	ROLA
K1	Iratxe Landa	Senior ingeniaria	Proiektuaren gainbegiraketa eta zuzenketa
K2	Danel Gorritxategi	Junior ingeniaria	Proiektuaren burutzea

13. Taula: Proiektuko lan taldea

9.2. LAN-PAKETEEN DESKRIBAPENA

9.2.1. LP 1. Proiektuaren kudeaketa eta gainbegiraketa

Lan-pakete honen helburua proiektuaren oinarria zein den esatea izango da. Proiektua burutu behar duenak garatu beharko dituen lanak zeintzuk diren eta

proiektuaren helburu guztiak betetzeko egin beharreko ikerketa zein den adieraziko da.

- LP 1-en iraupena: 299
- Hasiera-data: 2018/01/11
- Amaiera-data: 2018/11/6

Aurrera atera beharreko atazak hurrengoak dira:

- LP 1.1. Proiektuaren proposamena. Ataza honetan irakasleak proiektuaren gaia eta oinarriak azalduko dizkio ikasleari.
 - o Hasiera-data: 2018/01/11
 - o Amaiera-data: 2018/01/12
 - o Baliabideak: Senior ingeniaria
- M1 mugarrria: Proiektuaren hasiera
- LP 1.2. Proiektuaren kudeaketa eta jarraipena. Proiektuaren zuzendariak proiektua gauzatuko duenak egindako lanaren jarraipen bat egingo du. Horretarako bai zuzeneko bilerak baita e-mail bidezko komunikazioa erabiliko dira.
 - o Hasiera-data: 2018/01/15
 - o Amaiera-data: 2018/11/5
 - o Baliabideak: Senior ingeniaria

9.2.2. LP 2. Neurketa sistemaren aukeraketa

Lan-pakete honetan proiektua aurrera eramango duen ikasleak, horren inguruko oinarritzko kontzeptu teorikoak ezagutu beharko ditu.

- LP 2-en iraupena: 88
- Hasiera-data: 2018/01/18
- Amaiera-data: 2018/04/16

Aurrera atera beharreko atazak hurrengoak dira:

- LP 2.1. Informazioa lortzea. Ataza honetan ikasleak proiektua gauzatzeko beharrezko bibliografia bilatu beharko du. Horretarako liburu, artikulua eta Interneteko informazioa batuko du.
 - o Hasiera-data: 2018/01/18
 - o Amaiera-data: 2018/03/19
 - o Baliabideak: Junior ingeniaria
- M2 mugarrria: Proiektuaren definizioa.
- LP 2.2. Neurketa sistemen azterketa. Pultsu-zarata neurtzeko dauden moduak aztertu behar dira eta hauen artean bat aukeratu behar da, kasu honetan ITUk gomendatzen duena. Horrela neurketan eman beharreko pausuak definituko dira.

- Hasiara-data: 2018/03/20
- Amaiera-data: 2018/04/16
- Baliabideak: Junior ingeniaria, Senior ingeniaria

9.2.3. LP 3. Zarata-iturrien aukeraketa

Lan-pakete honetan proiektuan neurtuko den pultsu-zarata zein gailuk sortua izango den aukeratuko da.

- LP 3-en iraupena: 7
- Hasiara-data: 2018/04/23
- Amaiera-data: 2018/04/30

Aurrera atera beharreko atazak hurrengoak dira:

- LP 3.1. Iturri aukeraketa. Ataza honetan ikasleak irakaslearen laguntzaz 2 zarata-iturri aukeratuko ditu.
 - Hasiara-data: 2018/04/23
 - Amaiera-data: 2018/04/24
 - Baliabideak: Junior ingeniaria, Senior ingeniaria
- LP 3.2. Proba neurketak. Ataza honetan aukeratutako iturriekin neurketa batzuk egingo dira proba gisa.
 - Hasiara-data: 2018/04/25
 - Amaiera-data: 2018/04/30
 - Baliabideak: Junior ingeniaria, Senior ingeniaria
- M3 mugarra. Iturria aukeratuta.

9.2.4. LP 4. Neurketen gauzatzea

Lan-pakete honetan proiektuan kontuan izango diren datuak neurtuko dira aurreko zarata-iturriek sortua.

- LP 4-en iraupena: 41
- Hasiara-data: 2018/05/02
- Amaiera-data: 2018/06/12

Aurrera atera beharreko atazak hurrengoak dira:

- LP 4.1. Neurketen Planifikazioa. Ataza honetan ikasleak irakaslearen laguntzaz neurketak zein maiztasun eta distantziara egingo diren zehaztuko du.
 - Hasiara-data: 2018/05/02
 - Amaiera-data: 2018/05/03
 - Baliabideak: Junior ingeniaria, Senior ingeniaria

- LP 4.2. Neurketen gauzatzea. Neurketen informea egiteko behar diren balioak lortuko dira planifikazioa jarraituz.
 - o Hasiera-data: 2018/05/04
 - o Amaiera-data: 2018/05/31
 - o Baliabideak: Junior ingeniaria
- LP 4.3. Datuen Analisia. Neurtutako datuen analisia egingo da egokiak ote diren erabakitzeke..
 - o Hasiera-data: 2018/06/01
 - o Amaiera-data: 2018/06/12
 - o Baliabideak: Junior ingeniaria, Senior ingeniaria
- M4 mugarrria. Neurketak eginda.
- E4 entregatzekoa. Irakasleari neurketen informea entregatuko zaio berak horiek ontzat emateko. Horrela ez bada neurketa gehiago edo zerbait aldatu beharko da.

9.2.5. LP 5. Pultsu-zarataren karakterizazioa.

Lan-pakete honetan pultsu-zarata ahalik eta xehetasun gehienekin karakterizatuko da.

- LP 5-en iraupena: 108
- Hasiera-data: 2018/06/13
- Amaiera-data: 2018/09/28

Aurrera atera beharreko atazak hurrengoak dira:

- LP 5.1. Parametroen ezartzea. Ataza honetan ikasleak irakaslearen laguntzaz pultsu-zarataren parametroen balioak ezarriko dira egin diren neurketetarako.
 - o Hasiera-data: 2018/06/12
 - o Amaiera-data: 2018/06/28
 - o Baliabideak: Junior ingeniaria, Senior ingeniaria
- LP 5.2. Softwarearen aldaketa. Eginda dagoen softwarea proiektuaren beharrianetara moldatuko da, datuen prozesaketa egokiagoa izan dadin.
 - o Hasiera-data: 2018/06/29
 - o Amaiera-data: 2018/07/14
 - o Baliabideak: Junior ingeniaria, Senior ingeniaria
- LP 5.3. Zarata iturrien ikerketa. Pultsu-zaratan oinarrituz iturri bakoitzak dituen ezaugarriak aztertuko dira ondorio batzuetara heltzeko. Neurtutako datuen analisia egingo da egokiak ote diren erabakitzeke..
 - o Hasiera-data: 2018/09/03
 - o Amaiera-data: 2018/09/28
 - o Baliabideak: Junior ingeniaria.
- M5 mugarrria. Pultsu-zarata karakterizatuta.

- E5 entregatzekoa. Irakasleari Pultsu-zarataren karakterizazioa aztertzen duen excell orria entregatuko zaio datuak egoki prozesatuta dauden ikus dezan. Horrela egon ezean beharrezko aldaketak gauzatuko dira.

9.2.6. LP 6. Dokumentazioa

Lan-pakete honetan gradu amaierako lanaren dokumentazio osoa egingo da.

- LP 6-en iraupena: 37
- Hasiera-data: 2018/10/01
- Amaiera-data: 2018/11/06

Aurrera atera beharreko atazak hurrengoak dira:

- LP 6.1. Informea. Aurretik aipatutako ataza guztiak bat hartzen dituen dokumentua idatziko da.
 - o Hasiera-data: 2018/10/01
 - o Amaiera-data: 2018/11/06
 - o Baliabideak: Junior ingeniaria
- M6 mugarrria. Proiektua entregatuta
- E6 entregatzekoa. Irakasleari proiektuaren informe osoa entregatuko zaio azken begirada eman diezaion.

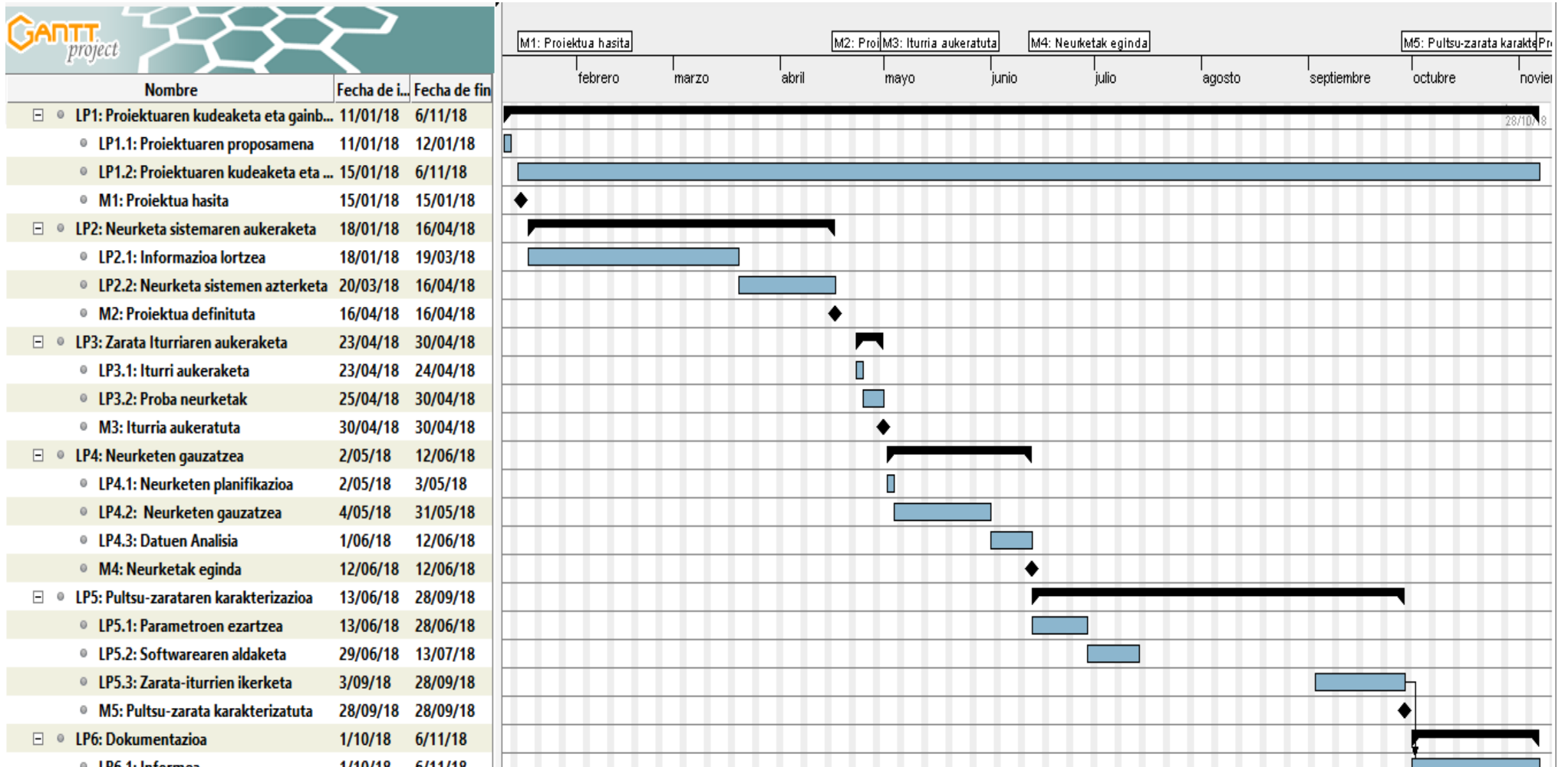
9.3. MUGARRIAK

Ondorengo taulan planifikazioan kontuan izan beharreko mugarririk azaltzen dira:

MUGARRIA	DESKRIBAPENA	DATA
M1	Proiektua hasita	2018/01/13
M2	Proiektua definituta	2018/04/16
M3	Iturriak aukeratuta	2018/04/30
M4	Neurketak eginda	2018/06/12
M5	Pultsu-zarata karakterizatuta	2018/09/28
M6	Proiektua entregatuta	2018/11/06

14. Taula: Plangintzako mugarririk

9.4. GANTT DIAGRAMA



32. Irudia: Plangintzako Gantt diagrama

10. ARRISKUEN ANALISIA

Kapitulu honetan, proiektua aurrera doan heinean gerta daitezkeen arriskuak aztertuko dira.

Arriskuen analisia egin ahal izateko bi kontzeptu hartu dira oinarri moduan. Lehenengo kontzeptua arriskua gertatzeko probabilitatea da, hau da, zein probabilitate dagoen proiektua garatzen den bitartean arriskua azaltzeko. Bigarren kontzeptua arrisku horrek proiektua aurrera eramatean duen eragina da, hau da ea arrisku horrek zein ondorio sor ditzakeen proiektuan.

Hori guztiagatik, arrisku desberdinak hauteman dira eta horiek saihesteko kontingentzia plan bat sortu da.

10.1. ARRISKUEN IDENTIFIKAZIOA

Atal honetan proiektuari eragin diezaioketen arrisku desberdina identifikatuko dira.

10.1.1. Kanpoko iturriek sortutako pultsu-zarata

Kontuan izan behar da, gailu baten pultsu-zarata neurtzen denean no egiten den neurketa hori. Gaur egun, hainbeste gailu elektronikoko erabiltzen ditugu, non gure inguruan beti edo ia beti egongo den pultsu-zarata sortzen duen aparaturen bat. Adibidez, proiektu honetako neurriak unibertsitateko korridore batean egin dira, eta bertan igogailua dago zeinek pultsu-zarata sortzen duen.

Horren ondorioa pultsu-zarata neurtzean kanpoko beste aparailu batek sortutako pirrinta bat harrapatzea da, gure neurketa guztiz fidagarria ez delarik.

Esandako moduan, horrenbeste gailu elektriko inguruan izanda, arrisku hau gertatzeko probabilitatea oso handia da baita neurketetan izango lukeen eragina ere.

10.1.2. Softwarearen arazo teknikoak

Izan daitezkeen beste arazo bat softwarean gerta daiteke. Alde batetik baliteke softwarearen kodean erroreren bat egotea eta ondorioz datuen prozesatzea nahi den modukoa ez izatea. Beste batetik baliteke softwarea egiterakoan gai ez izatea programa egiteko, beraz el litzateke posible izango prozesatzea egitea.

Arrisku hau agertzeko probabilitatea ez da oso handia, baina proiektuan izango lukeen eragina aldiz ikaragarria litzateke.

10.1.3. Datuen galera

Proiektu honetan neurtutako balioak ordenagailu batean prozesatzen dira eta prozesatutako datu horiek ordenagailuan bertan gordetzen dira. Badago datu horiek galtzeko arriskua eta horren arrazoiak argia joatea, ordenagailua matxuratzea, nahi gabe datua ezabatzea... izan daitezke.

Egia esan arrisku gau gertatzeko probabilitatea oso baxua da, baina hala ere, gertatuz gero izango lukeen eragina handia izango litzateke.

10.1.4. Langileen bajak

Proiektu edo lan orotan hainbat arrazoi direla bide langile bat edo batzuk baja izan daitezke. Baja hauek bai denbora tarte baterako baina baita proiektu osorako izan daitezke.

Nahiz eta horrelakorik gertatzeko probabilitatea nahiko baxua den, inpaktu handikoa dela esan daiteke. Demagun proiektuaren fase batean gaudela non langile guztiak beharrezkoak diren. Kasu horretan langilea ezingo luke inork ordezkatu proiektua atzeratuz edota arriskuan jarriz.

10.1.5. Gailuak apurtzea

Gerta daitekeen beste arazo bat gailuak apurtzea da. Gailu hauek bai neurketetarako erabilitakoak antena, seinale analizatzaile... bai neurtuak izatekoak izan daitezke. Horiez gain ordenagailua ere matxura daiteke, erabiltzen den lan tresna garrantzitsuena gabe geratuz.

Probabilitate baxuko arriskua litzateke, graduaren arabera eragina alda daitekeelarik.

10.2. KONTINGENTZIA PLANA

Kontingentzia plana arrisku horiek saihesteko edota gertatuz gero ahalik eta arinen erreakzionatu ahal izateko egiten den plan bat da. Arrisku bakoitzak bere plana du. Ondorengo taulan identifikatutako arriskuen kontingentzia planak adierazten dira.

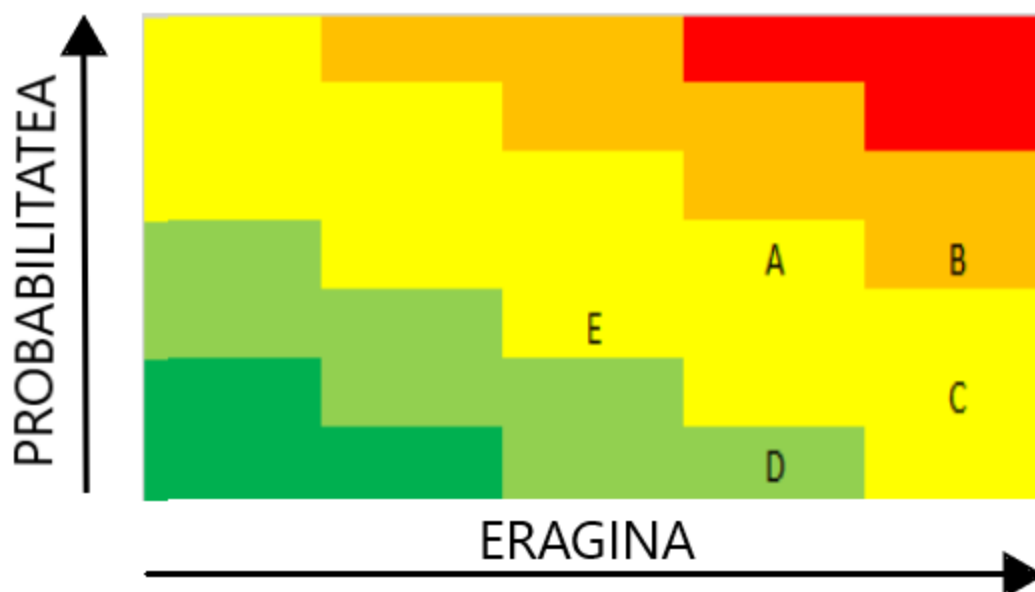
Arriskuaren kodea	Arriskua	Kontingentzia plana
A	Kanpoko gailuek sortutako pultsuzarata	Neurketak gela anekoiko batean egitea

B	Softwarearen arazo teknikoak	Kodea zatika probatu badabilela ziurtatzeko Programatzaile berria kontratatu
C	Datuen galera	Datuak ordenagailuan gorde behar baino kanpo memoriara edota sarean gordetzea
D	Langileen bajak	Fase bakoitzeko ezagutzak batek baino gehiagok jakitea norbait faltaz gero bestek arinago egin dezan. Langilea beharrezkoa bada berria kontratatu
E	Gailuak apurtzea	Ahalik eta arinen konpondu edota aldatzea

15. Taula: Kontingentzia plana

10.3. ARRISKU ANALISIAREN LABURPENA

Hurrengo irudian arrisku bakoitza probabilitate-eragin matrizean adierazita dago duen probabilitate eta eraginaren arabera.



33. Irudia: Probabilitate-eragin matrizea

11. ONDORIOAK

Azken kapitulu honetan, proiektua bukatuta atera diren ondorioak aipatuko dira. Ondorio hauek bai inguratzeko zerra elektrikoak bai LED lanpara hotzak sortzen duten pultsu-zarataren ingurukoak izango dira, betiere 63 MHz – 139 MHz tartean eta 0.5 m-tik 3 m-rako distantziara. Ikerketa mota hau nahiko adierazgarria da ITUk eskatzen dituen zarata erradioelektrikoaren ikerketei neurketa errealean bidez laguntzen baitie.

Proiektu honetan egin diren neurketa guztiak ITU-R SM.1753 [7] gomendioan adierazten den moduan egin dira, baita ondoren egindako zarata erradioelektrikoaren analisisia ere.

Hasteko esan beharrekoa zera da, pultsu-zaratak haririk gabeko komunikazio sistemetan garrantzia du, komunikazio horietan eragina izan baitezake, horien funtzionamendu egokia galarazi arte.

Honekin jarraituz, neurketak egin den eremua oso egokia ez dela azpimarratu behar da. Izan ere, eraikinen barnealdeko eremu itxi horietan uhinak hainbat bide desberdinetik barreiatzen dira, gaztelaniaz "multitrayecto" efektua bezala definitzen dena. Efektu hau uhinen difrakzioan eta islapenean datza.

Pultsu-zarataren parametroek eszenatoki patroi jakin bat jarraitzen ez dutela ezan daiteke, bai maiztasuna kontuan hartuta baita distantziak kontuan hartuta ere. Egia da kasu gehienetan pultsu-zarataren balioak zarata gaussiar zuriaren balioak baino 25-30 dB altuagoak direla, baina hala ere ez dute patroirik jarraitzen.

Egin daitekeen ondorioztapen bat LED lanpara hotzaren kasuan gertatzen dena da. Gailu honen burst ratioa, hau da, pirrinta abiadura, kontuan hartzekoa da bai 63 MHz-etan eta 77 MHz-etan, besteekiko oso altua baita, baina beti antena iturritik distantziarik laburrenera dagoenean, 0.5 m-ra hain zuzen.

Hau guztia kontuan hartuta, beharrezkotzat ikusten da neurketa gehiago egitea, horrela pultsu-zarata estatistikoki hobeto karakterizatuko da.

12. BIBLIOGRAFIA

- [1] J. T. Hodges, M. Heimlich and S. Khandelwal, "Analysis of lowfrequency noise characterisation set-up for electronic devices," 2018 Australian Microwave symposium (AMS), Brisbane, Australia, February 2018.
- [2] I. Landa, A. Blázquez, M. Vélez and A. Arrinda, "Impulsive radio noise levels interfering wireless systems up to 1 GHz," Antennas, propagation & RF technology for Transport and autonomous platforms Conference, Birmingham, UK, February 2017.
- [3] I. Landa, A. Blázquez, M. Vélez and A. Arrinda, "Indoor measurements of IoT wireless systems interfered by impulsive noise from fluorescent lamps," Antennas and Propagation (EUCAP), 2017 11 th European Conference on, Paris: France, March 2017.
- [4] R. Torre, I. Landa, M. Fernández, A. Arrinda and M. Vélez, "Impulsive noise characterization and its effect on digital audio quality," Broadband and Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), 2015 IEEE International Symposium on, Ghent, Belgium, June 2015.
- [5] ERC Report 25. European table of frequency allocations and applications for the frequency range 8.3 kHz to 3000 GHz (ECA table), European communication office (ECO) Frequency information system (EFIS), (latest ed, June 2016).
- [6] "Radio noise" ITU-R Question 214-5/3, 2012.
- [7] "Methods for measurements of radio noise." ITU-R Recommendation, SM.1753, 2012.
- [8] https://www.rohde-schwarz.com/lat/producto/hk309-pagina-de-inicio-producto_63493-9362.html,
- [9] <https://www.anritsu.com/en-gb/test-measurement/products/ms2690a>,
- [10] M. Fernández, I. Landa, A. Arrinda, R. Torre and M. Vélez, "Harmonization of noise measurement methods," Antennas and Propagation Magazine, vol. 57, pp. 64-72, 2015.
- [11] <https://www.barcelona-led.com/blog/informacion-led/luz-led-blanca-calida-fria-o-neutra/>
- [12] "Radio noise" ITU-R Question 214-5/3, 2012.