

TECNICAS DINAMICAS DE ACCESO AL ESPECTRO RADIOELECTRICO

Tesista: Ing. Narváez, Pablo Rodrigo

UCASAL, Facultad de Ingeniería, IESIING Salta capital, Salta, Argentina

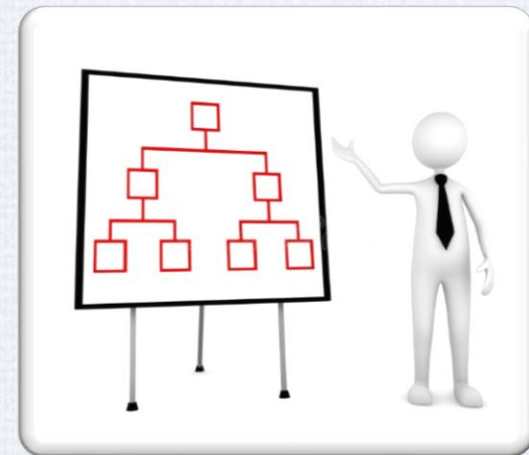
pnarvaez@ucasal.edu.ar

Director: Dr. Fernando Gregorio

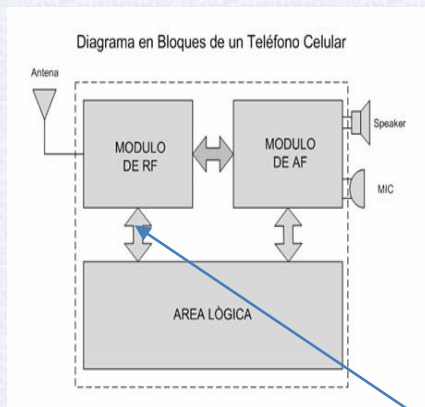
Director Asociado: Dr. Leonardo O. Assaf



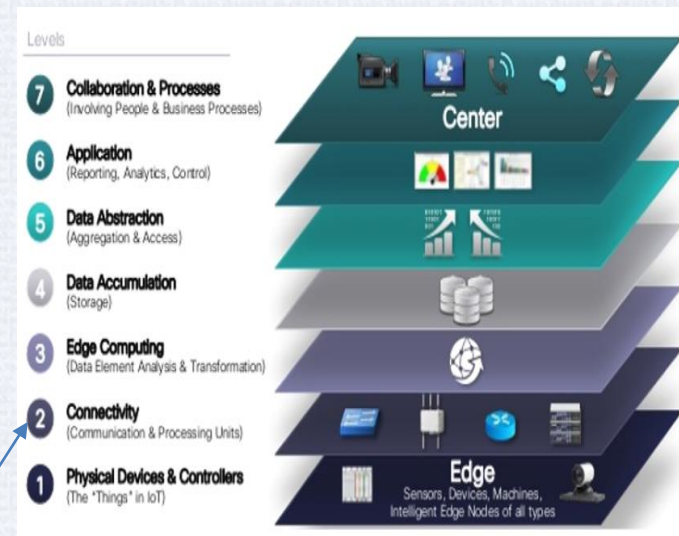
- ☐ Contextualización
- ☐ Problemática
- ☐ Avances presentados
- ☐ Detector ciclo estacionario
- ☐ Estimación de PSD
- ☐ Estimación de SCD
- ☐ Simulaciones Previas
- ☐ Trabajos futuros



Teléfono Inalámbrico



Sensor Inalámbrico



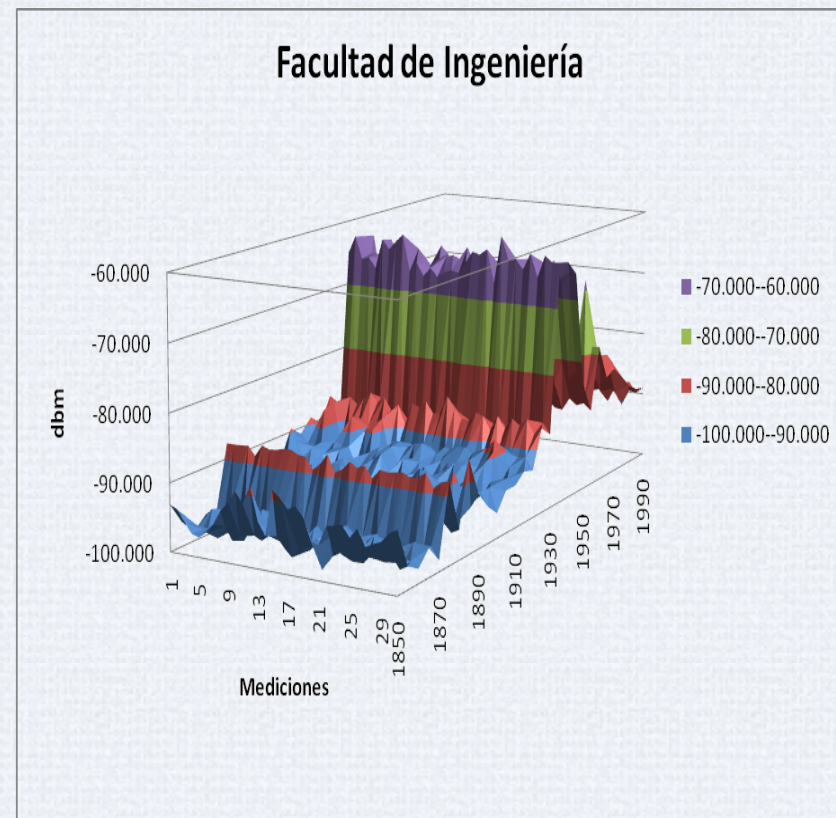
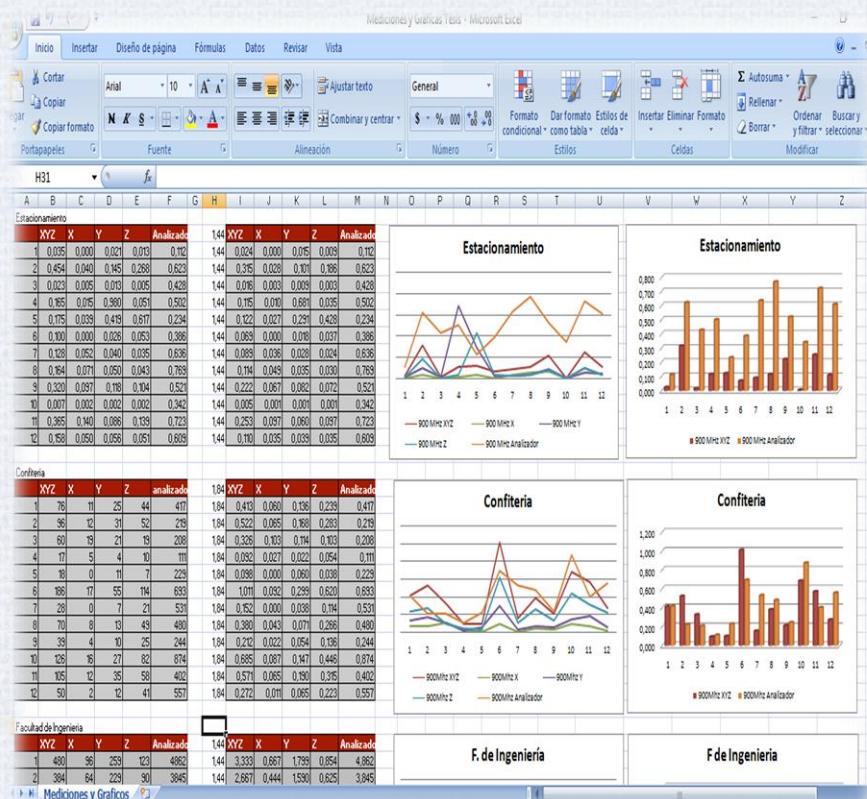
TECNICAS DINAMICAS DE ACCESO
AL ESPECTRO RADIOELECTRICO

El espectro radioeléctrico es un recurso natural escaso y muy costoso, y por lo tanto debe ser utilizado en una forma eficiente.

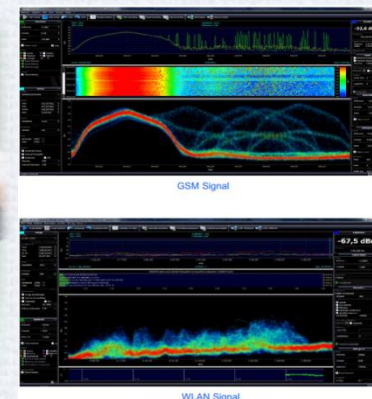
Generalmente las diferentes bandas de frecuencia son licenciadas a determinados servicios de comunicaciones y asignadas en forma adecuada para evitar la interferencia entre diferentes sistemas.



Se realizaron mediciones con analizadores de espectro y medidores de campo electromagnéticos. A fin de determinar el estado del espectro electromagnético.



- ❖ En todos los casos los niveles de RNI no supera los valores límites establecidos por la resolución 3690/2004 de la CNC.
- ❖ El espectro se encuentra subocupado.
- ❖ Lo anterior plantea por un lado una congestión de abonados en los primeros canales y por el otro una ausencia de los mismos en el resto de los canales.



El acceso dinámico al espectro requiere como mínimo de cuatro funcionalidades estrechamente vinculadas al ciclo cognitivo[1]:

1. Identificar las oportunidades de acceso al espectro (spectrum awareness).
2. Seleccionar las bandas de frecuencia a utilizar (spectrum decision).
3. Coordinar el acceso al espectro con otros usuarios secundarios (spectrum sharing).
4. Desocupar los canales utilizados cuando son requeridos por los PU (spectrum handoff).

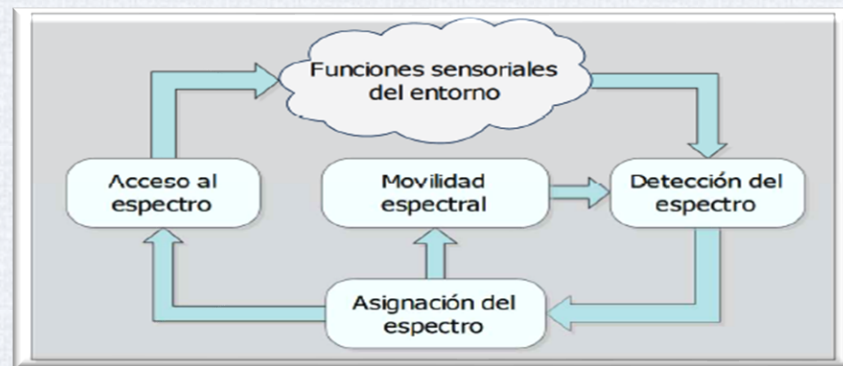
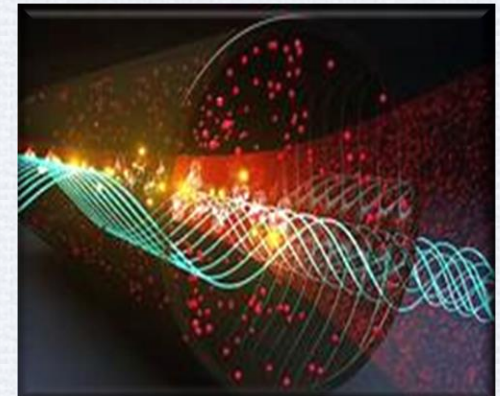


Figura 1. Ciclo Cognitivo [1]

[1] R. B. Lopez, S. M. Sanchez, Pp. 42-55, vol. XXXVI, enero - abril 2015, ISSN: 1815-5928, RIELAC, "La Radio Cognitiva y su Impacto en el Uso Eficiente del Espectro de Radio".

Entre las técnicas de detección más empleadas podemos mencionar:

- ❖ Detector de Energía.
- ❖ Detector de Filtro Adaptado.
- ❖ Detector Cicloestacionario.
- ❖ Detector Cooperativo.



Los detectores basados en energía es el tipo más común de métodos de sensado de espectro ya que son métodos que no requieren información a priori de la señal a detectar y son muy fáciles de implementar.

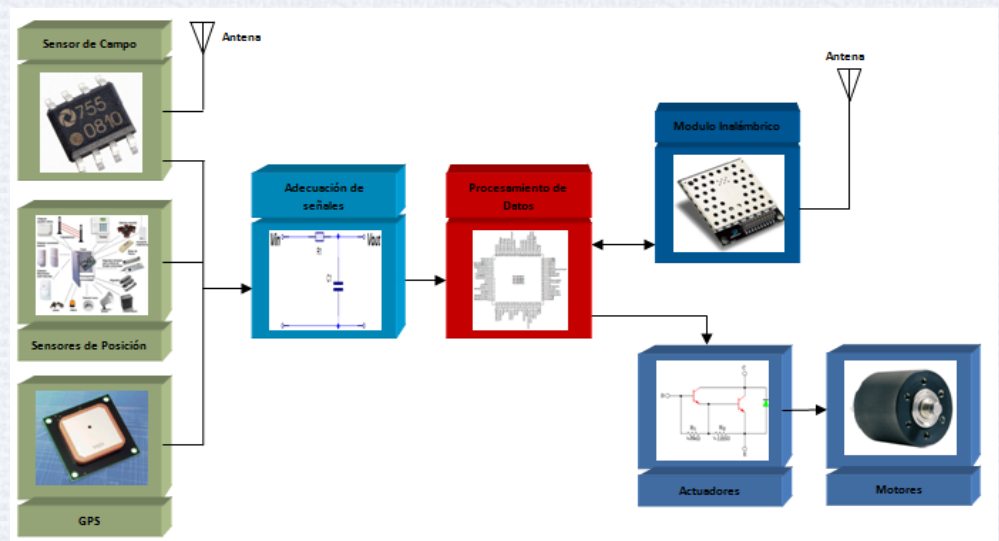
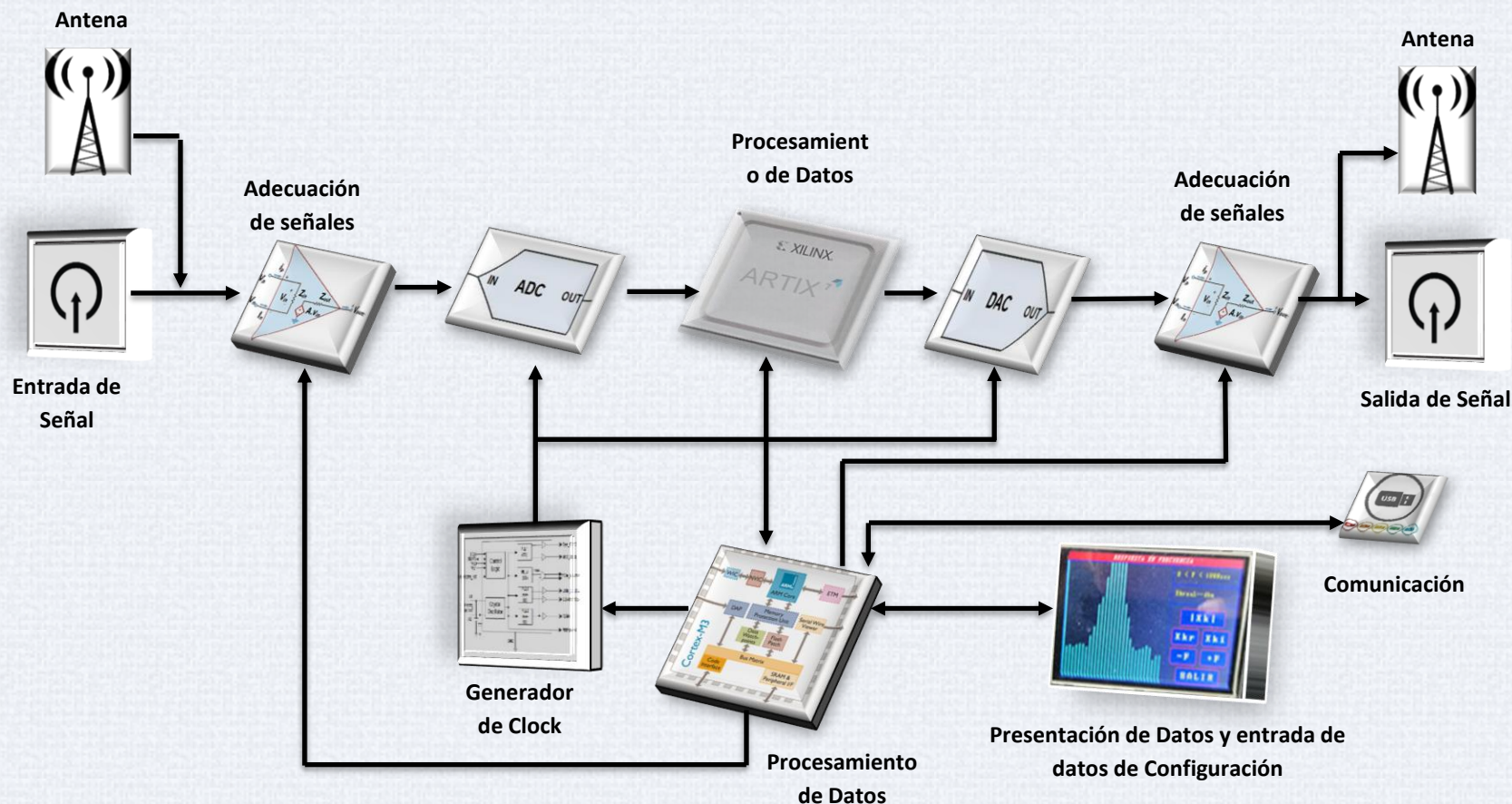


Figura 2 Sistema Completo[2]

[2] P. Narváez, R. Breslin, N. García, noviembre 2016, CONAIIISi2016, "Control Adaptivo de un Sistema de Comunicación Inalámbrico".



[2] P. Narváez, R. Breslin, N. García, noviembre 2016, CONAISI2016, "Control Adaptivo de un Sistema de Comunicación Inalámbrico".

Esta estrategia es más robusta al ruido que la detección de energía.

Las señales cicloestacionarias exhiben una correlación entre componentes espectrales. Esta puede ser detectada analizando la función de densidad espectral cíclica (CSD: Cyclic Spectral Density).

$$SCD = S_x^\alpha(f) = \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} R_x^\alpha(\tau) e^{-j2\pi f\tau} \quad (1)$$

(1) Deborah Cohen, Shahar Tsiper, Yonina C. Eldar, "Analog to Digital Cognitive Radio: Sampling, Detection and Hardware", IEEE Signal Processing Magazine, Volume: 35, Issue: 1, Jan. 2018.

Para el cálculo de la densidad espectral de potencia partimos de la definición de autocorrelación.

$$\rho_{11}[\tau] = \frac{r_{11}[\tau]}{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (x_1[n])^2} = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} x_1[n] * x_1[n + \tau]}{\sum_{n=0}^{N-1} (x_1[n])^2} \quad (2)$$

$R_x^\alpha(\tau)$ se conoce como la función de autocorrelación cíclica.

$$R_x^\alpha(\tau) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N + 1} \sum_{n=-N}^N x[n] x^*[n + \tau] e^{-j2\pi\alpha n} \quad (3)$$

La transformada de Fourier de su autocorrelación se la conoce como la PSD.

$$PSD = R_x^\alpha(\tau) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (x_1[n] * x_1[n + \tau]) e^{-j\frac{2\pi}{N}n\alpha} \quad (4)$$

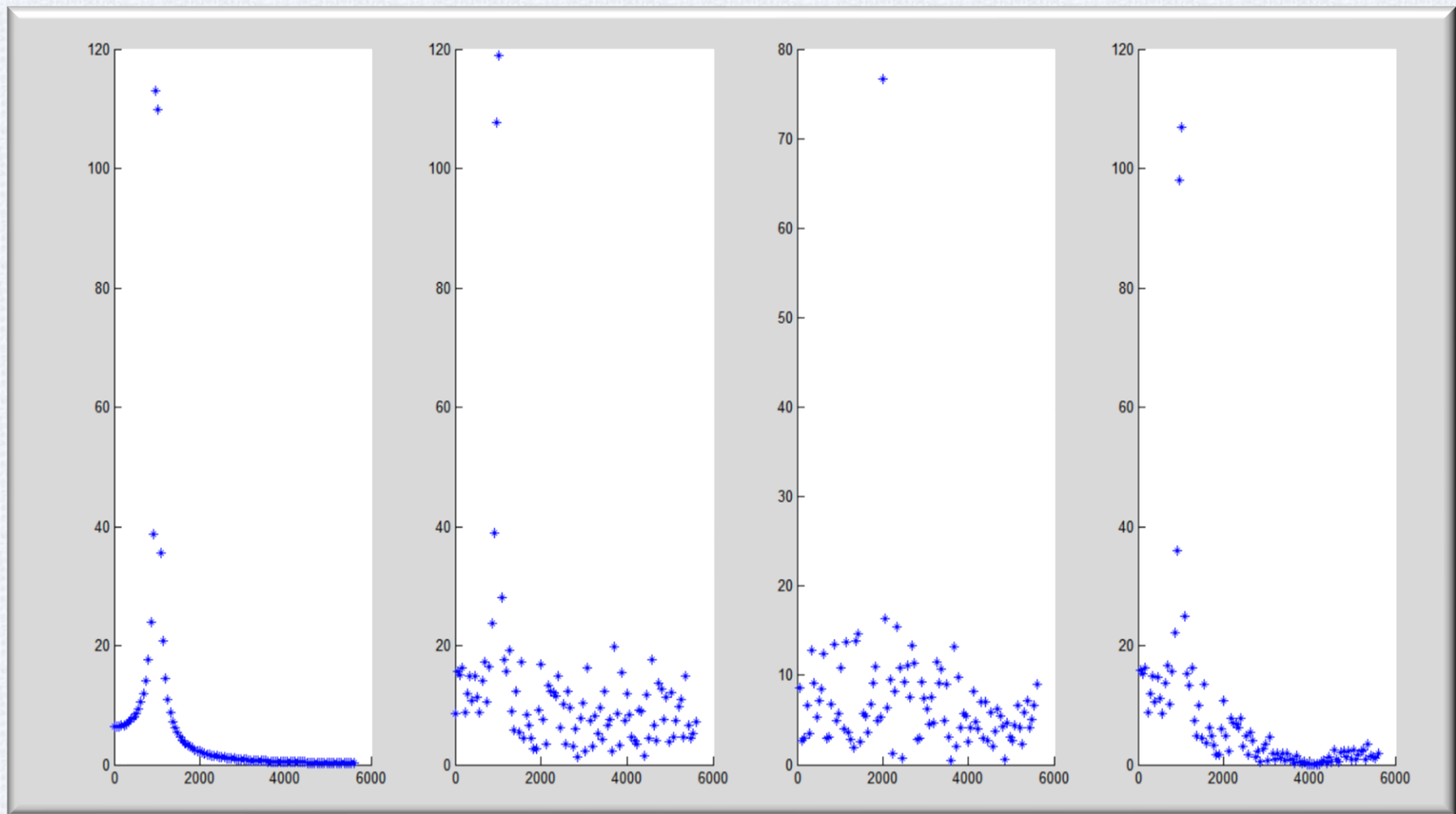
$$PSD = \sum_{n=0}^{N-1} \left(\frac{\sum_{t=1}^{n-\tau} (x_t - \bar{x})(x_{t+\tau} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2} \right) e^{-j\frac{2\pi}{N}n\alpha} \quad (5)$$

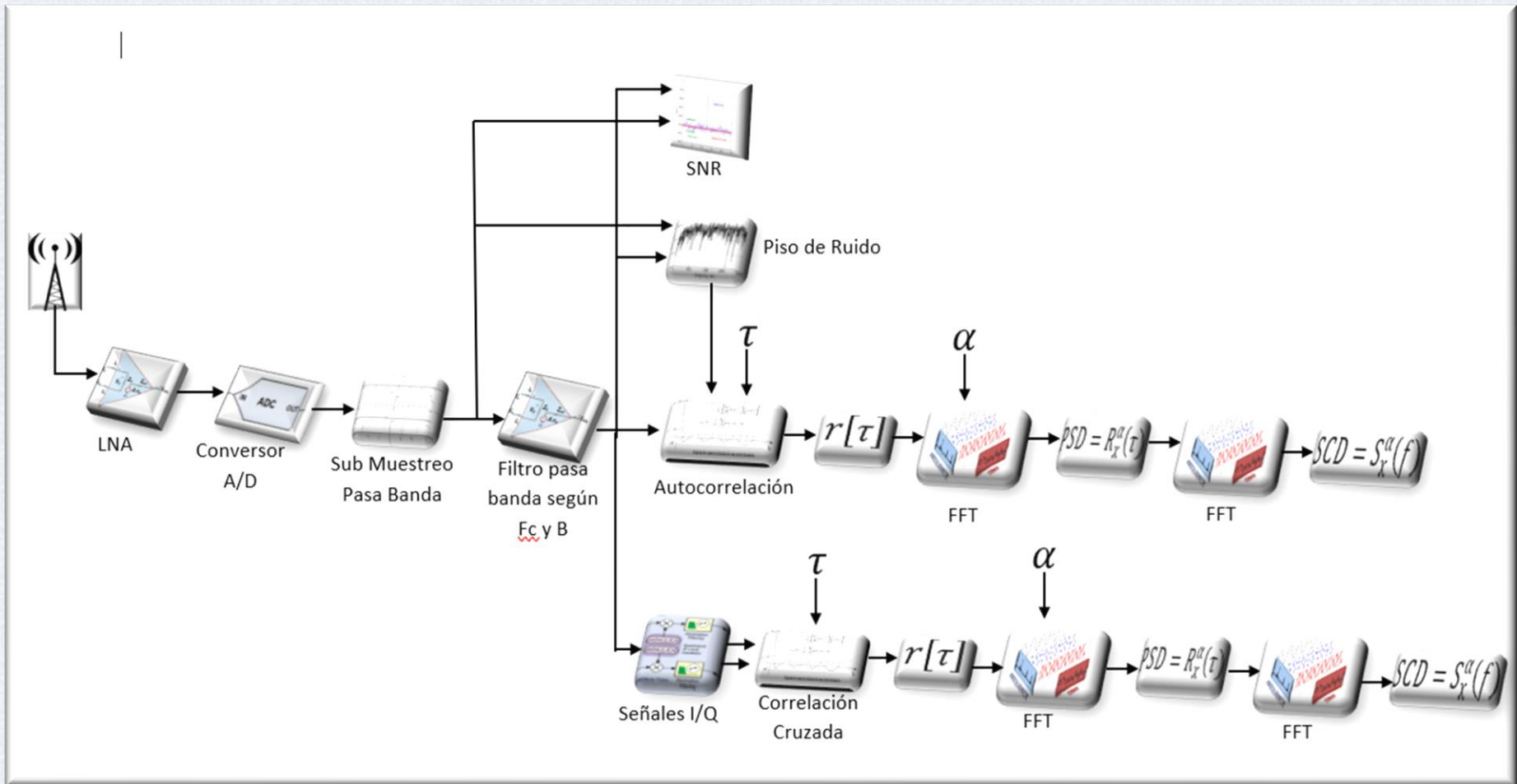
Donde la media es el piso de ruido de la señal recibida, la cual se puede calcular como:

$$\bar{x} = N_{foot} = \sum_{n=0}^{N-1} \left(\frac{x[n]^{\wedge} - x[n]}{N} \right) \quad (6)$$

La densidad de correlación espectral o la función de correlación espectral se puede calcular como:

$$S_x^\alpha(f) = \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} \left[\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (x_1[n] * x_1[n + \tau]) e^{-j\frac{2\pi}{N}n\alpha} \right] e^{-j2\pi f\tau} \quad (7)$$

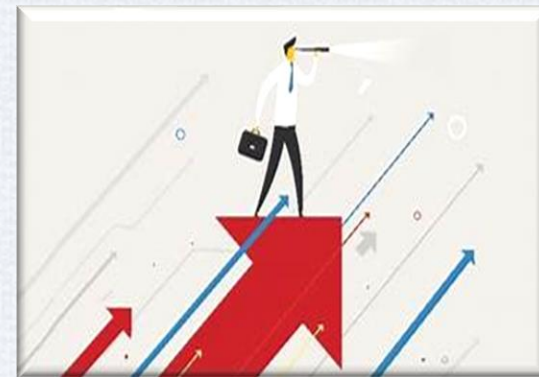






18 al 20 de septiembre de 2019	Análisis Espectral Medición y Generación de Señales	Narváez Pablo y Florencia Judith Fernández Valiña	XVIII Reunión de trabajo en Procesamiento de la Información y Control RPIC2019	Organizado por la Universidad Nacional del Sur Bahía Blanca- Argentina. ISBN: 978-987-1648-44-3
Diciembre de 2018	Relevamiento de las tecnologías en desarrollo de MIMO, Beamforming, balanceo de carga y reutilización del espectro en la implementación de radios cognitivas	Narváez Pablo, Breslin Roberto, Horvath Emiliano	Cuadernos de Ingeniería Año 12 Numero 10 Pag. 7-14	Universidad Católica de Salta, en la ciudad de Salta, provincia de Salta - Argentina. ISSN: 2545-7012 ISSN: 2545692x
19, 20 y 21 de septiembre de 2018	Analizador de Señales de Baja Frecuencia	Narváez Pablo, Florencia Judith Fernández Valiña y Guadalupe Nicole Rojas García	IV Congreso Argentino de Ingeniería CADI 2018 – X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería CADIE 2018	Organizado por FCEfYN de la UNC, UCC, IUA de Córdoba, UTN de Córdoba, Confedi y Reforma. A realizarse en el Hotel Holiday Inn de la ciudad de Córdoba. ISBN: 978-950-33-1453-1
19, 20 y 21 de septiembre de 2018	Control Adaptativo de un Sistema de Comunicación Inalámbrico.	Narváez Pablo, Marcelo Agustín Srur y Lilian Sofia Desima Teseira	IV Congreso Argentino de Ingeniería CADI 2018 – X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería CAEDI 2018	Organizado por FCEfYN de la UNC, UCC, IUA de Córdoba, UTN de Córdoba, Confedi y Reforma. A realizarse en el Hotel Holiday Inn de la ciudad de Córdoba. ISBN: 978-950-33-1453-1
Julio de 2018	Control Adaptativo de un Sistema de Comunicación Inalámbrico.	Narváez Pablo, García Nicolás y Breslin Roberto.	Revista Ciencia y Tecnología	Universidad Tecnológica Nacional Ciudad Autónoma de Bs. As. Revista Tecnología y Ciencia Año:16 N°33 ISSN: 1666-6933 http://rtyc.utn.edu.ar/index.php/rtyc/issue/view/CONAISI2016
10 y 11 de agosto de 2017	Control Adaptativo de un Sistema de Comunicación Inalámbrico.	Narváez Pablo, García Nicolás y Breslin Roberto.	Congreso Argentino de Sistemas Embebidos 2017- CASE2017	Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, Provincia de Bs. As. Argentina
Mayo de 2017	Non-ionizing radiation and spectrum occupancy measurements	Narváez Pablo, Breslin Roberto, Figueroa De la Cruz Mario and Gregorio Fernando Y.	Academia Journal of Scientific Research	DOI: 10.15413/ajsr.2017.0304 ISSN: 2315-7712 ©2017 Academia Publishing http://academiapublishing.org/journals/ajsr/abstract/2017/May/Pablo%20et%20al.htm
17 al 18 de noviembre de 2016.	Control Adaptativo de un Sistema de Comunicación Inalámbrico.	Narváez Pablo, García Nicolás y Breslin Roberto.	IV Congreso Nacional de Ingeniería en Informática / Sistemas de Información - CoNailSI 2016	Organizado por la Universidad Católica de Salta, en la ciudad de Salta, provincia de Salta - Argentina.
17 al 18 de noviembre de 2016.	Mediciones de Radiaciones no Ionizantes.	Narváez Pablo, Cruz Nicolás y Breslin Roberto.	IV Congreso Nacional de Ingeniería en Informática / Sistemas de Información - CoNailSI 2016	Organizado por la Universidad Católica de Salta, en la ciudad de Salta, provincia de Salta - Argentina.

- ✓ Completar las simulaciones.
- ✓ Realizar publicaciones en Cadi y IEEE.
- ✓ Completar aplicación para sensores IOT.
- ✓ Redacción de Tesis.





GRACIAS POR SU ATENCION



Preguntas?