



**HAL**  
open science

## Conversion de Polarisation Circulaire à Linéaire d'une antenne à un port par une impédance passive

Luis Felipe Fonseca Dias, Camille Jouvaud, Christophe Delaveaud, Hervé  
Aubert

► **To cite this version:**

Luis Felipe Fonseca Dias, Camille Jouvaud, Christophe Delaveaud, Hervé Aubert. Conversion de Polarisation Circulaire à Linéaire d'une antenne à un port par une impédance passive. XXIIèmes Journées Nationales Microondes - JNM 2022, Jun 2022, Limoges, France. 2022. cea-03736248

**HAL Id: cea-03736248**

**<https://cea.hal.science/cea-03736248>**

Submitted on 22 Jul 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Conversion de Polarisation Linéaire à Circulaire à l'aide d'un Tag Chargé par une Impédance Passive

L. F. Fonseca-Dias<sup>1,2</sup>, C. Jouvaud<sup>1</sup>, C. Delaveaud<sup>1</sup>, H. Aubert<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CEA Leti, LAPCI, 17 avenue des Martyrs, 38054 Grenoble

<sup>2</sup>Institut National Polytechnique de Toulouse, 33 all. Emile Monso, 31400 Toulouse  
herve.aubert@toulouse-inp.fr

**Résumé** — Cet article présente la conception et la mesure d'un tag permettant de rétrodiffuser un champ électromagnétique à polarisation circulaire à partir d'un champ incident à polarisation linéaire. Cette conversion de polarisation est assurée en chargeant une antenne par une impédance passive dont la valeur et la position sur la surface rayonnante sont sélectionnées avec soin à partir d'un modèle théorique de rétrodiffusion combinant les modes de diffusion de structure et d'antenne. Cette solution passive de conversion de polarisation est validée expérimentalement dans cet article.

### 1. Introduction

La rétrodiffusion électromagnétique d'une antenne peut être contrôlée par une impédance passive connectée au port d'entrée de l'antenne [1, 2]. Cette rétrodiffusion combine deux contributions : le mode de diffusion de structure et le mode de diffusion d'antenne. Le mode de structure dépend de la géométrie de l'antenne diffusante et des matériaux la constituant, mais il ne dépend pas de l'impédance de charge de l'antenne, contrairement au mode de diffusion d'antenne. Récemment, des tags passifs et dépolarisants ont été développés pour accroître la distance entre un lecteur et un tag [3]. Dans les systèmes sans fil à polarisation circulaire (PC), cette distance –souvent appelée la portée du système– peut être supérieure à celle de systèmes à polarisation linéaire (PL) [4]. Cependant, le concept de conversion de la polarisation d'un champ incident à polarisation linéaire en un champ rétrodiffusé à polarisation circulaire à l'aide d'un tag (antenne) chargée par une impédance passive n'a été introduit que récemment [5] par les auteurs de cet article, et exclusivement sur le plan théorique. Nous validons ici le concept expérimentalement en chargeant une antenne plaquée par une impédance passive dont la valeur et la position sur la surface rayonnante sont sélectionnées avec soin à partir d'un modèle théorique de rétrodiffusion électromagnétique. Nous étudions également l'impact de la conversion de polarisation linéaire à circulaire (PL à PC) sur la portée d'un système sans fil.

### 2. Modèle théorique

A partir du modèle de rétrodiffusion électromagnétique d'une antenne développé par R.C. Hansen dans [1],

il est possible de déterminer les composantes polarisées verticalement et horizontalement du champ électromagnétique rétrodiffusé par une antenne chargée par une impédance quelconque, lorsque cette antenne est éclairée par un champ polarisé linéairement dans la direction  $(\theta_i, \phi_i)$  [5]. Les composantes polarisées verticalement et horizontalement des champs rétrodiffusés dans la direction  $(\theta_s, \phi_s)$ , respectivement  $\mathbf{E}_s^v$  et  $\mathbf{E}_s^h$ , sont données comme suit :

$$\begin{aligned} \mathbf{E}_s^v(\hat{\rho}_i, Z_L) &= \mathbf{E}_0^v(\hat{\rho}_i) - \frac{Z_L}{Z_L + Z_a} \mathbf{A}^v(\hat{\rho}_i) \\ \mathbf{E}_s^h(\hat{\rho}_i) &= \mathbf{E}_0^h(\hat{\rho}_i) \end{aligned} \quad (1)$$

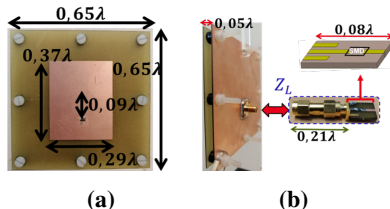
où l'indice 0 fait référence au mode de diffusion de structure. Les exposants  $h$  et  $v$  désignent les composantes de polarisation horizontale et verticale, respectivement. Le champ associé au mode d'antenne, noté  $\mathbf{A}^v$  dans (1), est multiplié par un facteur qui dépend à la fois de l'impédance  $Z_L$  connectée au port d'entrée de l'antenne et de l'impédance d'entrée  $Z_a$  de cette antenne. Dans (1),  $\alpha_i$  désigne l'angle que forme le champ électromagnétique à polarisation linéaire incident sur l'antenne avec un axe de référence. A partir de (1) l'impédance de charge  $Z_L^\pm$  nécessaire pour convertir la polarisation linéaire du champ incident en une polarisation circulaire droite (–) ou gauche (+) du champ rétrodiffusé est donnée par :

$$Z_L^\pm = Z_a \frac{(\pm j E_0^v - E_0^h)}{\pm j A^v - (\pm j E_0^v - E_0^h)} \quad (2)$$

### 3. Validation expérimentale de la conversion de polarisation

Dans cette section, nous rapportons et discutons les premiers résultats expérimentaux sur la conversion PL à PC à partir d'une antenne chargée par l'impédance passive donnée par (2). L'antenne est un patch rectangulaire fonctionnant à 2,45 GHz. Cette antenne et l'impédance de charge passive sont représentées sur la Figure 1. Pour les mesures de Surface Equivalente Radar (SER), nous utilisons deux antennes cornet d'émission (Tx) et de réception (Rx) identiques (environ 10 dBi de gain dans la bande de fréquence d'intérêt) dans une configuration quasi-monostatique ( $\sim 10^\circ$ ). Le montage expérimental est calibré avec un modèle de calibration SER simplifié appelé *Single-Reference Calibration* (SRC) et appliqué à la configuration bistatique [6]. Du fait de la forte

discrimination de polarisation obtenue ( $>20$  dB à  $10^\circ$ ), une seule sphère métallique est suffisante pour calibrer le banc de mesure du champ rétro-diffusé par l'antenne sous test. Après caractérisation des modes de diffusion de structure et d'antenne, une impédance passive  $Z_L^+$  assurant la conversion de polarisation PL à PC gauche est déduite de l'équation (2). Pour  $f = 2,6$  GHz et  $\alpha_i = 54^\circ$  on choisit  $Z_L^+ = 93,6 + j114,5 \Omega$ . La Figure 2a donne le taux d'ellipticité mesuré en fonction à la fois de la fréquence et de l'angle  $\alpha_i = 54^\circ$  du champ électromagnétique rétro-diffusé par l'antenne chargée par l'impédance  $Z_L^+$  choisie. Sur la Figure 2a, nous vérifions que ce taux est bien minimal ( $<0,3$  dB) pour  $\alpha_i = 54^\circ$ . Par ailleurs, la bande de fréquence dans laquelle la polarisation du champ rétrodiffusé est circulaire est de 9% autour de 2,6 GHz. Pour comparaison, la Figure 2b présente également les taux d'ellipticité mesurés et simulés (MWS CST), ainsi que celui issu du modèle de diffusion mentionné dans la section précédente. Dans la bande de fréquence à rétrodiffusion PC, nous obtenons un bon accord entre les trois taux d'ellipticité. Deux systèmes sans fil sont maintenant comparés. Le premier utilise la conversion PL à PC réalisée dans cette section. Le second est plus classique : il utilise une conversion PL à PL dans laquelle l'impédance de charge assure un champ rétrodiffusé maximal (estimé numériquement) dans la direction  $(\theta_s, \phi_s)$ . La portée est calculée à partir l'équation du radar [7], dans laquelle nous imposons des conditions de lecture arbitraires avec des gains d'antenne (Rx et Tx) du lecteur de 6 dBi, une puissance émise de 30 dBm et une sensibilité du récepteur de -80 dBm. La Figure 2c présente la portée en fonction de la fréquence de fonctionnement du système à conversion PL à PC. La portée maximale de 28 m est atteinte à la fréquence de 2,615 GHz. A cette même fréquence, la portée maximale d'un système identique mais à conversion de polarisation PL à PL est sensiblement la même (Figure 2d). Nous confirmons donc quasiment les mêmes performances en termes de portée dans les deux cas. Cependant, un tag permettant de rétrodiffuser un champ électromagnétique à polarisation circulaire est susceptible de réduire davantage l'impact du clutter électromagnétique qu'un tag rétrodiffusant un champ à polarisation linéaire [8].

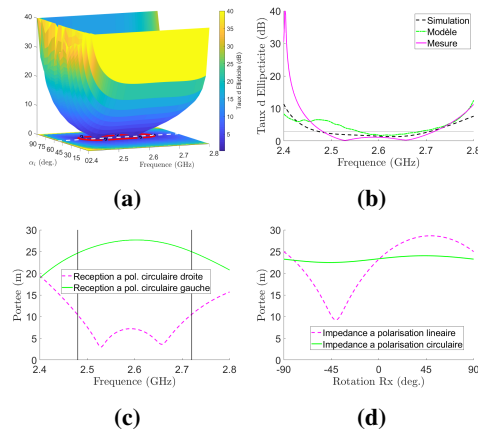


**FIGURE 1. (a) Vue de face de l'antenne plaquée rectangulaire fonctionnant à 2,45 GHz ( $\lambda=122.45$  mm); (b) Vue de profil de l'antenne avec le circuit permettant le report de l'impédance de charge.**

#### 4. Conclusion

Nous avons présenté et validé expérimentalement un modèle polarimétrique pour concevoir un tag passif rétro-diffusant un champ électromagnétique à polarisation circulaire à partir d'un champ incident à polarisation linéaire.

Nous avons obtenu un taux d'ellipticité inférieur à 0,3 dB et une portée estimée à environ 30 m. Les prochains travaux seront dédiés au cas d'un tag muni d'une antenne à deux accès.



**FIGURE 2. (a) Taux d'ellipticité mesuré en fonction de la fréquence et de l'angle d'inclinaison  $\alpha_i$  du champ incident; (b) Taux d'ellipticité en fonction de la fréquence pour  $\alpha_i = 54^\circ$ ; (c) Portée estimée en fonction de la fréquence pour un système sans fil de référence à conversion de PL à PC (gauche et droite); (d) Portée estimée en fonction de la rotation de l'antenne cornet Rx à PL et à 2,615 GHz (conversions PL à PL et PL à PC).**

#### Références

- [1] R.C. Hansen, "Relationships between antennas as scatterers and as radiators," *Proc. of the IEEE*, vol. 77, no. 5, May 1989.
- [2] W. Wiesbeck, E. Heidrich, "Wide-band multiport antenna characterization by polarimetric RCS measurements," *IEEE Trans. on Ant. & Propag.*, vol. 46, no. 3, Mar. 1998.
- [3] D. Henry *et al.*, "Long-Range Wireless Interrogation of Passive Humidity Sensors Using Van-Atta Cross-Polarization Effect and Different Beam Scanning Techniques," *IEEE Trans. on Microw. Theo. & Techn.*, vol. 65, no. 12, Dec. 2017.
- [4] J. Garcia *et al.*, "Coverage and read range comparison of linearly and circularly polarized radio frequency identification ultra-high frequency tag antennas," *IET Microw., Ant. & Propag.*, vol. 6, no. 9, June 2012.
- [5] L. F. Fonseca-Dias *et al.*, "Linear-to-Circular Polarization Conversion from Impedance Loading of Single-Port Patch Antennas," *2020 IEEE ISAPS & URSI*, Canada, Montreal, July 2020.
- [6] D. Kahny *et al.*, "Calibration of bistatic polarimetric radar systems," *IEEE Trans. on Geoscience & Remote Sensing*, vol. 30, no. 5, Sep. 1992.
- [7] C. A. Balanis, "Fundamental Parameters of Antennas," in *Antenna Theory*, 3rd ed. New Jersey : John Wiley Sons, Inc., 2005.
- [8] T. S. Rappaport and D. A. Hawbaker, "Wide-band microwave propagation parameters using circular and linear polarized antennas for indoor wireless channels," *IEEE Trans. on Ant. & Propag.*, vol. 40, no. 2, Feb. 1992.