

## كشف الإشارات المستقطبة جزئياً بوجود التشويش المستقطب جزئياً

الدكتور علي احمد\*

الدكتور معين يونس\*\*

(تاريخ الإيداع 10 / 12 / 2007. قُبِلَ للنشر في 17/2/2008)

### □ الملخص □

تم في البحث التالي تقديم خوارزميات المعالجة لمركبات الحقل الفراغية للإشارة والتشويش المستقطبان جزئياً واللتان يخضعان لقانون التوزيع الغوصي الإحصائي بحيث نتمكن من تحديد المعطيات المناسبة لأفضل احتمال للكشف مع وجود قيم طورية مختلفة للإشارة والتشويش. تقيم فعالية الخوارزميات المقترحة تم من خلال تحديد أثر عوامل مختلفة في عملية الكشف كاستطاعة المركبات الفراغية للإشارة والتشويش وأثر ثوابت الحقل في فعالية الكشف. البحث يشكل أساساً في تصميم كواشف مثالية ويساعد في استنتاج عتبة الإشارة وعدد مرات المراقبة اللازمة للتصميم.

كلمات مفتاحية: التوزيع الغوصي الإحصائي، الكواشف المثالية.

\* أستاذ مساعد - قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات - كلية الهندسة الميكانيكية & الكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.  
\*\* أستاذ مساعد - قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات - كلية الهندسة الميكانيكية & الكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

## Detection of Partial Polarization Signals during Partial Polarization Confusion

Dr. Ali Ahmad \*  
Dr. Mouin Yones \*\*

(Received 10 / 12 / 2007. Accepted 17/2/2008)

### □ ABSTRACT □

This research presents a processing algorithm of vacuum field to the signals and partial polarization confusion, which submits to the Statistical Gousen Distribution. The aim is define the suitable circumstances for the best possibility of detection during different phasing values of signals and confusion.

The evaluation of suggested algorithm efficiency had been completed through definition of the effect of different factors on the detection operation like the power of the vacuum compounds of signals and confusion and definition of field constants on detection evaluation.

This research forms a basis in designing perfect decoders and supports in concluding the signal threshold and number of the observations necessary for the design.

**Key Worlds:** The Statistical Gousen Distribution, Perfect Decoders.

---

\* Associate Professor, Department of Communication and Electronic Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia.

\*\* Associate Professor, Department of Communication and Electronic Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia.

**مقدمة:**

من اجل الإحصاء الغوصي للإشارة والتشويش المستقطبتان جزئياً تم تقديم خوارزميات معالجة مركبات الحقل الفراغية، وكذلك التوزيع الدقيق للمسالة الستاتيكية الرئيسية: تم حساب المواصفات الاحتمالية للكاشف. إن احد اتجاهات تحديث منظومات الكشف الراداري في أثناء الانعكاس عن الأهداف هو استخدام منظومات التحويل الاستقطابي للحقل الكهرطيسي أثناء الإرسال [1,2].

**هدف البحث:**

تركيب مستقبل مثالي يحقق الكشف للإشارة المستقطبة جزئياً بوجود تشويش عشوائي مستقطب جزئياً والحصول على علاقات تناسب تحليلية لحساب نوعية الكشف عند وجود قيم مختلفة للمميزات الإحصائية للإشارات والإشارات الغير مرغوب بها (التشويش).

**المعادلات الأساسية للمسألة:**

تعطى معادلة الموجة المسطحة المستقطبة عشوائياً كما يأتي:

$$E(t, z) = [e_1 E_1(t) + e_2 E_2(t)] e^{i(w_0 t - kz)} \quad (1)$$

حيث:  $e_1, e_2$  المتجهات على طول المحاور  $x, y$  بدون ضياع وحدة النتائج والطاقة ويمكن عدها حقيقية. التوابع العقدية  $E_1(t)$  و  $E_2(t)$  بطيئة مقارنة مع  $\exp(iw_0 t)$  وهي عبارة عن عمليات غوصية مستقرة ذات قيمة متوسطة صفرية ومصفوفة ارتباط  $K(\tau)$ .

تقليدياً مسألة التصميم تتطلب في أثناء المراقبة ضمن المجال  $[0, T]$  للشعاع العمود  $E(t)$  وبإحداثيات  $E_1(t)$  و  $E_2(t)$  اتخاذ قرار عن وجود أو غياب مركبات الإشارة المفيدة المتلائمة مع المركبات المعيقة المستقلة عنها. هي حال غياب الإشارة المفيدة  $K(\tau) = K_p(\tau)$ ، وفي حال وجودها  $K(\tau) = K_p(\tau) + K_s(\tau)$ .

تمثل  $K_p(\tau)$  و  $K_s(\tau)$  مصفوفتا الترابط لمركبات الشعاع  $E(t)$  من الإشارة المفيدة والتشويش وذلك حسب إشارة الدخل ووفقاً لمصفوفات الترابط العقدية للحقل على خرج هوائي ذو القناتين المعطى في (1)  $e_1, e_2$ . العمليات التالية أثناء المعالجة يمكن عدها بشكل كلي أو جزئي كعملية استقبال بوساطة هوائي جديد ذي قناتين وهو يختلف عن الهوائي الذي نحصل بوساطته على المطالات العقدية. ولكن بشكل عملي يمكن الإبقاء على الاستقبال دون تغيير الهوائي وإجراء المعالجة وفقاً للعيبة المنتقاة بالتوافق مع بناء المستقبل بشكل مثالي وحسب قاعدة التشابه فإن اتخاذ القرار يتم بالنسبة إلى عتبة (قيمة ما).

$$Q\{E(t)\} = \int_0^T \int_0^T E^+(t) W(t, \tau) E(\tau) dt d\tau \quad (2)$$

حيث  $(\cdot)^+$ : إشارة الاقتران.

تابع مصفوفة الوزن  $W(t, \tau)$  تتحقق بالمعادلة:

$$\int_0^T \int_0^T [K_s(t, u) + K_p(t, u)] W(u, v) \times K_p(v, \tau) du dv = K_s(t, \tau), \quad 0 \leq t, \tau \leq T \quad (3)$$

يمكن أن نشير إلى أن  $K_p(\tau)$ ،  $K_s(\tau)$  المحددات الموجبة  $W(t, \tau)$  بحيث  $Q \geq 0$ .

إن المعادلتين (2) و(3) تحددان الحل العام للمسألة. ولكن يفترض انجاز بعض المتطلبات بالنسبة للتوابع  $K_P(\tau)$ ،  $K_S(\tau)$ .

الحل الرياضي للمعادلة (3) يمكن الحصول عليه من خلال شروط إضافية [2]، وبالتطابق مع (2) و(3) فإن الاختلاف بين المميزات الزمنية للإشارة المفيدة والتشويش لمركبات الموجة (1) تتحقق بشكل عمليات مشتركة للمعالجة. وهذا ما يصعب (يعيق) تقدير أثر الفروق الاستقطابية في تصميم المستقبل وفعالية أدائه. هذه الظروف تحدد أهمية تحليل التوافقيات الخاصة للمميزات الإحصائية للعمليات المفيدة وعمليات التشويش.

### بنية المستقبل (خوارزمية المعالجة) في حالات خاصة:

الإشارة والتشويش مستقطبين وعريضتا العصابة:

هذه الحالة تفترض الترابطية المتبادلة الاختيارية للمركبات الفراغية للموجه (درجة استقطابية اختيارية للموجه) مع ترابط دلتا بالزمن الخاص بهذه المركبات. بفرض:

حيث:  $K_P, K_S$  مصفوفات ثابتة (مصفوفات ترابطية فولفا)

$$W(t, \tau) = W\delta(t - \tau) \quad \text{عندئذ:}$$

$$W = (K_P + K_S)^{-1} K_S K_P^{-1} \quad (4)$$

$$Q\{E(t)\} = \int_0^T E^+(t) W E(t) dt \quad (5)$$

حيث  $W$ : مصفوفة ثابتة تحقق الفروق الاستقطابية بين الإشارة والتشويش.

نمثل المطالات العقدية عبر المساحات الزمنية لكل مركبات الموجة الفراغية ولاحقاً يتم الانتقال من عمليات التمثيل العقدي إلى الحقيقي:  $E_k(t) = X_k(t) + iY_k(t)$ ,  $k = 1, 2$  إن مصفوفة الوزن  $W$  تكتب بالشكل الآتي:

$$W = \begin{bmatrix} c_1 & c_3 + ic_4 \\ c_3 - ic_4 & c_2 \end{bmatrix}, \quad c_1 \geq 0, c_2 \geq 0 \quad (6)$$

عندها بدلاً من (5) ومن أجل الدقة:

$$Q = c_1 \widehat{\sigma}_1^2 + c_2 \widehat{\sigma}_2^2 + 2c_3 \widehat{R}_{12} + 2c_4 \widehat{L}_{12}; \quad (7)$$

$$\widehat{\sigma}_k^2 = \frac{1}{T} \int_0^T X_k^2(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T Y_k^2(t) dt, \quad k = 1, 2;$$

$$\widehat{R}_{12} = \frac{1}{T} \int_0^T X_1(t) X_2(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T Y_1(t) Y_2(t) dt;$$

$$\widehat{L}_{12} = \frac{1}{T} \int_0^T X_2(t) Y_1(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T X_1(t) Y_2(t) dt;$$

حيث  $c_1, c_2$  لا يمكن أن تكونا معاً صفراً عندما لا تكون  $c_3, c_4$  غير مساوية للصفر. من المعادلة (7) المستقبل المثالي يقوم بحساب قيم اللحظات الثابتة للمساحات الفراغية الزمنية (تقدير التشتت والتأثير المتبادل). ومجموعة التراكيب لهذه التقديرات يقوم بمقارنتها مع العتبة؛ إذ إن أوزان هذه المجموعة تتحدد بالعلاقتين (4) و(6) وبشكل أولي غير مبني على التجربة بالفروق الاستقطابية لمركبات الإشارة والتشويش للحقل.

المركبات الفراغية ستكون غير ترابطية (غير متأثرة ببعضها تأثير متبادل) فيما بينها بالنسبة للغير ترابطية الزمنية (مركبات الإشارة والتشويش ستكون غير مستقطبة) وبالتالي في (4)  $K_P = \sigma_P^2 I$ ,  $K_S = \sigma_S^2 I$  حيث

I: المصفوفة الواحدية وعندئذ في (7) وعندما القيم الثابتة دقيقة  $c_1 = c_2 = 1$  و  $c_3 = c_4 = 0$  فإنه يتم الحصول على مستقبل طاقة ثنائي القنوات.

الإشارة والتشويش غير مستقطبتين وعصبتاهما ضيقتان:

هذه الحالة تتعارض مع ما ذكر سابقاً، أي إن الإشارة المفيدة والمعيقة غير مختلفة بالخصائص الزمنية وبالفراغية. حيث بالخصائص الفراغية:  $K_p(\tau) = IR_p(\tau)$ ,  $K_s(\tau) = IR_s(\tau)$  ويكون حل المعادلة (3) على الشكل التالي:  $W(t, \tau) = IW_0(t, \tau)$ . يتحقق التابع العددي غير الموجه (3) إذا كانت  $K_p(\tau) K_s(\tau)$  ليست مصفوفات إنما توابع عددية غير موجهه  $R_p(\tau), R_s(\tau)$ . والتحويلات الأساسية في المستقبل توصف بالتابع:

$$Q = Q_1 + Q_2;$$

$$Q_k = \int_0^T \int_0^T E_k^*(t) W_0(t, \tau) E_k(\tau) dt d\tau, \quad k = 1, 2.$$

حيث أن مسقطي الشعاع  $E(t)$  يعالجان بنفس الخوارزمية في المستقبل لإظهار الفروق الزمنية (الطيفية).

حالات المصفوفات الترابطية قطرياً:

لتكن  $K_p(\tau) = D_p(\tau)$ ,  $K_s(\tau) = D_s(\tau)$  مصفوفات قطرية مع عناصر على الأقطار  $R_{pk}(\tau)$ ,  $R_{sk}(\tau)$ ,  $k = 1, 2$ . من الضروري حل المعادلة (3) مرتين في النموذج العددي الغير موجه (بالنسبة لمركبتين من مركبات الحقل الفراغية) وبالنتيجة نحدد تابعي وزن عددين  $W_{0k}(t, \tau)$  وتعطى العلاقة (2) بالشكل:

$$Q = Q_1 + Q_2;$$

$$Q_k = \int_0^T \int_0^T E_k^*(t) W_{0k}(t, \tau) E_k(\tau) dt d\tau, \quad k = 1, 2.$$

الحالة السابقة تتوافق مع الشرط الآتي:  $W_{0k}(t, \tau) = W_0(t, \tau)$ ,  $k = 1, 2$

حالة عامة خلال زمن مراقبة طويل:

إذا كانت T كبيرة مقارنة مع مدى التابع الداخل في  $K_p(\tau)$ ,  $K_s(\tau)$  فإن المعادلة (3) يمكن أن تحل بواسطة تحويل فورييه (بشكل مماثل [3] في حالة أحادية البعد) ونحصل على حل عام للمسألة بشكل واضح وفق الآتي:

$$Q = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X_T^+(\omega) W(\omega) X_T(\omega) d\omega, \quad (8)$$

حيث:

$$X_T(\omega) = \int_0^T E(t) e^{-j\omega t} dt$$

المصفوفة  $W(\omega)$  تتحدد بالعلاقة:

$$W(\omega) = [\overline{\Phi}_p(\omega) + \overline{\Phi}_s(\omega)]^{-1} \overline{\Phi}_s(\omega) \overline{\Phi}_p^{-1}(\omega) \quad (9)$$

وهي مشابهة للعلاقة (4). هنا  $\overline{\Phi}_p(\omega)$  و  $\overline{\Phi}_s(\omega)$  كثافات طيفية متناسبة مع مصفوفة الترابط  $K_p(\tau)$  و  $K_s(\tau)$ . إلى جانب  $X_T(\omega)$  التوابع  $\overline{\Phi}_p(\omega)$ ,  $\overline{\Phi}_s(\omega)$  تتعلق بزمن المراقبة والذي من المفترض أن يكون كبيراً لكن منتهياً.

إن التأسيس الأكثر صرامة للخوارزميات الطيفية توصلنا إلى الكثافة الطيفية في (9) وبشكل أقل اختلافاً مع معادلة فيرا [10]. وهذا يتطابق مع تغيير التوابع المعروفة في (3) والمقربة في الإحداثيات المثلثية. ومن أجل كثافة طيفية أكثر نعومة فإن المداخل البسيطة والصارمة تعطي نتائج متشابهة. إن مقارنة (2)، (3) مع (8)، (9) تبين الخصائص الهامة للخوارزميات الطيفية التي تؤمن سهولة الحل ووضوح فيزيائي مقارنة مع حالاتها الثنائية في المجال الزمني (عن خصوصيات الخوارزميات الطيفية [9] في حالة أحادية البعد).

## فعالية الكشف:

إن خوارزمية المعالجة المعطاة بالمعادلات (4)، (5) أو (7) تشكل أساسياً المسألة المدروسة. وهي تحافظ كلياً على الاختلافات الاستقطابية للحقل المستقبل الذي يخلو من الفروق الزمنية إحصائياً وتكون العلاقة (5) أساسية وتكتب بالشكل:

$$z = \sum_{k=1}^n E_k^+ W E_k \quad (10)$$

في حالة المراقبة المتقطعة بالزمن فإن  $E_k = E(t_k)$ . حيث  $n$ : عدد القراءات في المجال الزمني  $[0, T]$ .

## كثافة توزيع الإحصائية الرئيسية:

لتكن  $H$  و  $K$  العناصر الموجبة المحددة بالمصفوفة الثنائية المربعة  $2 \times 2$  ونفترض أن  $K = M(\bar{\xi}_k^+ \bar{\xi}_k^-)$  تحدد مصفوفة الترابط من تتابع أشعة غوسية ثنائية البعد مستقلة  $\bar{\xi}_k^-$  عندما  $k=1, n$  وعندما  $M(\bar{\xi}_k^-) = 0$ . نفترض الأعداد الخاصة للمصفوفة  $T=KH$ . عندئذ كثافة التوزيع  $f(z)$  للقيم.

$$z = \sum_{k=1}^n \bar{\xi}_k^+ H \bar{\xi}_k^- \quad (11)$$

(a) عندما تكون  $\lambda_1 > \lambda_2$

$$f(z) = \frac{1}{(n-1)!(\lambda_1 - \lambda_2)^n} \times \left[ (-1)^n P(z, \Delta) e^{-z/\lambda_2} + P(z, -\Delta) e^{-z/\lambda_1} \right] \quad (12)$$

حيث  $\Delta = \lambda_2^{-1} - \lambda_1^{-1}$

$P(z, \Delta)$  كثير حدود من الدرجة  $n-1$

$$P(z, \Delta) = \sum_{k=0}^{n-1} a_k \frac{z^k}{\Delta^{n-k-1}}, \quad a_k = \frac{(2n-2-k)!}{k!(n-k-1)!} \quad (13)$$

(b) عندما تكون  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$  فإن:

$$f(z) = \frac{1}{(2n-1)! \lambda^{2n}} e^{-z/\lambda} \quad (14)$$

بحسب التوافق مع (12) - (14) فإن كثافة توزع التابع (11) من أجل أية قيمة لـ  $n$  تتحدد بمصفوفة غير متعددة.  $T=KH$  بأرقامها الخاصة تكون حقيقية وغير سالبة. علماً أن المصفوفة  $KH$  ليست مصفوفة ارميتا. عندما  $T = K_p H$  نحصل على كثافة التوزيع للتشويش  $f_p(z)$ ، عندما  $T = (K_p + K_s)H$  نكون كثافة توزيع مزيج  $f_{ps}(z)$  للإشارة المفيدة مع التشويش. وعندما  $n=1$ :

$$f(z) = \frac{1}{\lambda_1 - \lambda_2} \left( e^{-z/\lambda_1} - e^{-z/\lambda_2} \right), \quad \lambda_1 > \lambda_2 \quad (15)$$

$$f(z) = \frac{1}{\lambda^2} e^{-z/\lambda}, \quad \lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$$

لا بد من الانتباه إلى أن المعادلات (12) - (14) تصف كثافة التوزيع الإحصائي (7) للتراكيب الخطية الخاصة بتقدير التشويش والترابط لا تحتوي الشكل ذي النوع  $n > m$ : أبعاد شعاع المراقبة.

## احتمال الكشف الصحيح والكشف الكاذب:

إن احتمال الكشف الصحيح  $P$  أو الكشف الكاذب  $F$  يتحدد بالعلاقة:

$$P(c) = \int_c^\infty f(z) dz \quad (16)$$

بالمكاملة وفقاً (16) للتتابع (12)، (14) وإجراء الحساب نجد:

(a) عندما  $\lambda_1 > \lambda_2$

$$P(c) = \frac{1}{(n-1)!(\lambda_1 - \lambda_2)^n} \times \left[ (-1)^n Q(c, \lambda_2, \Delta) e^{-c/\lambda_2} + Q(c, \lambda, -\Delta) e^{-c/\lambda_1} \right]; \quad (17)$$

$$Q(c, \lambda, \Delta) = \frac{a_0 \lambda}{\Delta^{n-1}} + \sum_{k=1}^{n-1} \frac{d_k b_k(c, \lambda)}{\Delta^{n-k-1}}; \quad d_k = a_k k!; \quad (18)$$

$$b_k(c, \lambda) = \lambda^{k+1} + \sum_{L=1}^k \frac{\lambda^L}{(k-L+1)!} c^{k-L+1}; \quad (19)$$

(b) عندما  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$

$$P(c) = \left[ 1 + \sum_{k=1}^{2n-1} \frac{1}{(2n-k-1)!} \left( \frac{c}{\lambda} \right)^{2n-k} \right] e^{-c/\lambda} \quad (20)$$

للحصول على P و F يجب استخدام المعادلات التحويلية مرتين. في البداية من أجل مصفوفة الأعداد الخاصة  $T = K_p H$  ثم للمصفوفة  $T = (K_p + K_s) H$ .

### المصفوفة الرئيسية للمسألة:

في المعادلة (11) المصفوفة H اختيارية، لكن في المسألة المدروسة  $H=W$ ، حيث يكون بالتوافق مع (4)، W تتحدد لمصفوفة الترابط  $K_p, K_s$ . لذلك فإن الأعداد الخاصة بالمصفوفة  $T = K_p H$  مرتبطة مع بعضها البعض. ولدقة هذه العلاقات والروابط ولإجراء الحسابات العددية اللاحقة نفترض المصفوفتان  $K_p, K_s$  بالشكل:

$$K_p = \begin{bmatrix} 1 + k_p & b_p \rho_p e^{j\varphi_p} \\ b_p \rho_p e^{-j\varphi_p} & 1 - k_p \end{bmatrix} + q^2 I_i; \quad (21)$$

$$K_s = \begin{bmatrix} 1 + k_s & b_s \rho_s e^{j\varphi_s} \\ b_s \rho_s e^{-j\varphi_s} & 1 - k_s \end{bmatrix}$$

حيث:  $b_s = \sqrt{1 - k_s^2} b_p = \sqrt{1 - k_p^2}$ ، الثوابت  $K_p, K_s$  تعطي عدم تساوي استطاعات

المركبات الفرعية لمركبات الإشارة والتشويش للموجه (1).  $q^2$ : هي المستوى النسبي لقسم إشارة التشويش الغير مستقطب. ونظراً لتعيين المصفوفة (21) بالتطابق مع  $\sigma_p^2 \sigma_s^2$ ، مجموعها  $K_p + K_s$  يأخذ الشكل  $K_p + s^2 K_s$  حيث:  $s^2$ : بارامتر هام يحدد نسبة استطاعة الإشارة إلى استطاعة التشويش لمركبات الحقل المستقبل. وفقاً لذلك نكتب

المعادلة (4) بالشكلين المكافئين الآتيتين:

$$W = (K_p + s^2 K_s)^{-1} K_s k_p^{-1}; \quad (22)$$

$$W = k_p^{-1} - (K_p + s^2 K_s)^{-1}$$

باستخدام الشكل الثاني لـ W ويفرض أن  $H=W$  نحصل على:

$$K_p H = I - (I + s^2 K_s k_p^{-1})^{-1}; \quad (23)$$

$$(K_p + s^2 K_s) H = s^2 K_s k_p^{-1}$$

من هنا نجد أن المصفوفة  $K_S k_p^{-1}$  تعطى توزيع إحصائي (4) أو (7) في كلا الفرضيتين لهذه المسألة. المصفوفات  $k_p^{-1} K_S$  و  $K_S k_p^{-1}$  مصفوفتين مختلفتين عن T لكنهما يملكان أعداد خاصة حقيقية غير سلبية (وهذه الأعداد في كلتا المصفوفتين متطابقة) من الأسهل اعتبار المصفوفة التالية كمصفوفة التوزيع الأساسي الإحصائي:

$$G = K_p^{-1} K_S \quad (24)$$

وباستخدام (21) تتحدد الأعداد الخاصة للمصفوفة (24) بالمعادلات الآتية:

$$v_{1,2} = \frac{1}{2D_P} \left[ A \pm \sqrt{A^2 - 4D_P D_S} \right]; \quad (25)$$

$$D_P = (1 + q^2)^2 - k_p^2 - (1 - k_p^2) \rho_p^2;$$

$$D_S = (1 - k_s^2)(1 - \rho_s^2);$$

$$A = A_0 - 2\rho_P \rho_S \sqrt{(1 - k_p^2)(1 - k_s^2) \cos(\varphi_p - \varphi_s)}; \quad (26)$$

$$A_0 = (1 + q^2 + K_P)(1 - K_S) + (1 + q^2 - K_P)(1 + K_S).$$

بالتناسب مع (23) فإن الأعداد الخاصة  $\lambda_1, \lambda_2$  للمصفوفة  $K_P H$  والأعداد الخاصة  $\mu_2, \mu_1$  للمصفوفة

$(K_P + s^2 K_S) H$  تتحدد بالأعداد الخاصة للمصفوفة (24):

$$\lambda_k = \frac{s^2 v_k}{1 + s^2 v_k}; \quad \mu_k = s^2 v_k, \quad k = 1, 2. \quad (27)$$

تحدد المعادلات (27) خصائص هامة للمصفوفة (24) كمصفوفة أساسية هامة للمسألة المحلولة بمعرفة الأعداد الخاصة للمصفوفة يمكن ليس فقط تحديد الخصائص الاحتمالية للخوارزمية الرئيسية لكن إعطاء التصور المفيد الأولي حول تأثير بارامترات المصفوفة (21) في الخصائص أو في نوعية عمل خوارزمية المعالجة. نلفت الانتباه إلى أن علاقة الأعداد الخاصة  $\lambda_k, k = 1, 2$  تعطي التوزيع الرئيسي الإحصائي في غياب الإشارة المفيدة من  $s^2$ . وبعد هذا الشرط نتيجة لعلاقة W مع  $s^2$  وفقاً للعلاقة (22).

### النتائج والتوصيات:

مسائل كثيرة تبحث في الاستقطابية [2-3] تدرس مسألة المعالجة للحقل باستخدام الهوائي الكلاسيكي أي الأجهزة ذات الترددات فوق العالية بدون ذاكرة ولذلك في هذا البحث يتطابق مع حالة  $n=1$ . في الخوارزمية (10) الفروق الاستقطابية يتم تحقيقها كلياً من أجل  $n=1$ . لذلك حالة  $n=1$  تمثل تغييراً مهماً ولاحقاً يمكن استعراضه بشكل مبسط للأجهزة التي لا تحوي ذاكرة، إن خوارزمية المعالجة يمكن أن نكتب:

$$z(t) = E^+(t) W E(t) \quad (28)$$

إن المواصفات الاحتمالية للعملية  $z(t)$  لاتتعلق ب  $t$ . ومن اجل  $n=1$  وبالتطابق مع (15)،(16) الاحتمال F و

D تحدد بالعلاقتين:

$$P(c) = \frac{1}{\lambda_1 - \lambda_2} \left( \lambda_1 e^{-c/\lambda_1} - \lambda_2 e^{-c/\lambda_2} \right), \quad \lambda_1 > \lambda_2 \quad (29)$$

$$P(c) = \left(1 + \frac{c}{\lambda}\right) e^{-c/\lambda}, \quad \lambda_1 = \lambda_2 = \lambda \quad (30)$$

حيث  $\lambda_1, \lambda_2$ : أعداد حقيقية غير مرتبطة بمصفوفة محددة.

توضح الأشكال من 1 إلى 4 العلاقات التي تم حسابها بالمعادلات. ويبين الشكل 5 علاقة مستوى العتبة بعدد مرات المراقبة المعطى بالمعادلات (17) - (19) عندما  $n > 1$ . القيمة العامة للبارامترات تكون: عدا الشكل (4) واحتمال الإنذار الكاذب  $F=0.001$ ، (ماعدات الشكل 3)  $K_p = K_s = 0$ . المنحني 2 من الشكل 1 هو لأجل  $\rho_p = \rho_s = 0$  تخص الحالة (30) وذلك من أجل الجذر المضاعف. بالمطابقة مع العلاقة (30) نجد:

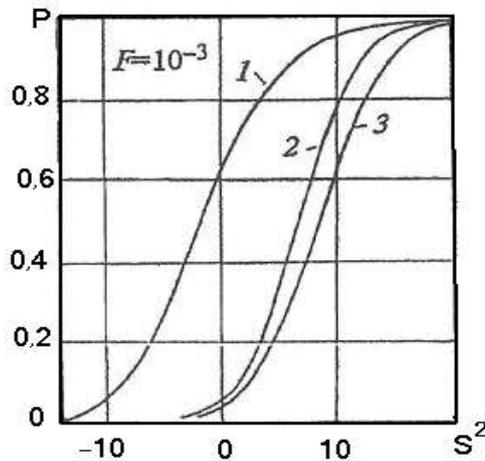
$$P(s^2) = e^{-c/(1+a^2)} \left[1 + \frac{c}{1+a^2}\right], \quad a^2 = \frac{s^2}{1+q^2}.$$

عند ذلك  $F = P(0)$  ولتأمين  $F=0.001$  يجب أن يكون  $c = 9.23$  و  $q^2 = 0.04$ .

### إن تحليل العلاقات ونتائج الحسابات العددية تظهر ما يلي:

الحسابات بالعلاقات العامة (20) - (17) مرتبطة بالحصول على أعداد صغيرة خلال العمليات الانتقالية مع أعداد كبيرة (أبعادها يتعلق بـ  $n$  وقياس  $\lambda_1 - \lambda_2$  ويمكن أن يزيد عن 100 إشارة). لتأمين دقة الحسابات من الضروري العمل مع أعداد كبيرة وهذا لايشكل إعاقة عند الاستخدام وكمثال البرنامج التطبيقي Mathematica الذي يسمح بالعمل مع أعداد بعدة آلاف من الإشارات عند ذلك لا يوجد متطلبات خاصة تجاه الأجهزة الحاسبة:

1. من المنحنيات 1 و3 على الشكل 1 ومن جراء تحقيق الفروق الاستقطابية للبارامترات وعند غياب التكديس في المستقبل ( $n=1$ ) يمكن أن يكون الريح 10dB في مستوى عتبة الإشارة.

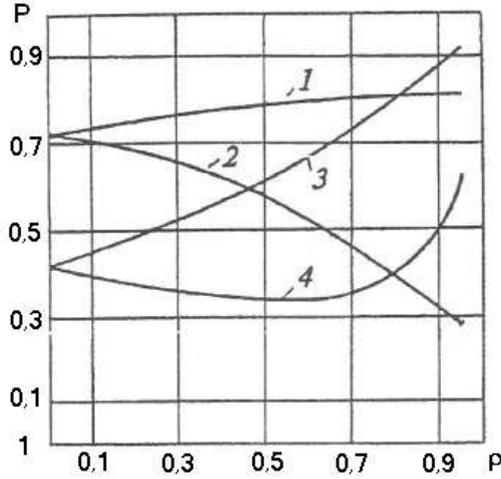


الشكل (1) يبين علاقة احتمال الكشف الصحيح بنسبة استطاعة مركبات الحقل للإشارة والتشويش عند وجود فروق صفحية في حال كون الإشارة والتشويش غير مستقطبة أو مستقطبة جزئياً.

والمنحنيات 1 و3 على الشكل 1 متباعدة بالحد الأقصى وعند ذلك يتطلب معرفة:  
 للمنحني 1 ( $\Delta\varphi = 0$ )  $\rho_p = \rho_s = 0.9$  (للمخطط البياني 1) و  $\Delta\varphi = 0$ ;  $\rho_p = 0.9$ ;  $\rho_s = 0.6$  (للمخطط البياني 3).  
 المنحني 2 عندما الإشارتين المفيدة والتشويش غير مستقطبتان.

2. يعتبر البارمتر الذي يؤمن المسافة بين المنحنيات 1 و 3 على الشكل 1 هو الاختلاف في الطور لمتجهي الإشارة المفيدة والتشويش في (1). وإن أسوأ إمكانية للكشف تكون في حال تماثل الطور للأمواج المسماة والإمكانية الأفضل في حالة تعاكس الطور. بالتناسب مع (26) فإن فعالية الكشف تتعلق فقط بفرق الطور، وهذه العلاقة تختفي عندما تصبح إحدى هذه الموجات غير مستقطبة (الإشارة المفيدة والتشويش) أي عندما  $\rho_p = 0$  أو  $\rho_s = 0$  تختلف خصائص الكشف عند تغيير بارامترات المستقبل المثالي في العلاقة (22) عند تغيير فقط طور موجة واحدة ولا يتوقف على درجة استقطاب الأخرى. في هذه الحالة المستقبل (الغاريتم المعالجة) يتم إعادة توليفه من أجل ارتباط الفعالية بتغير الصفحة.

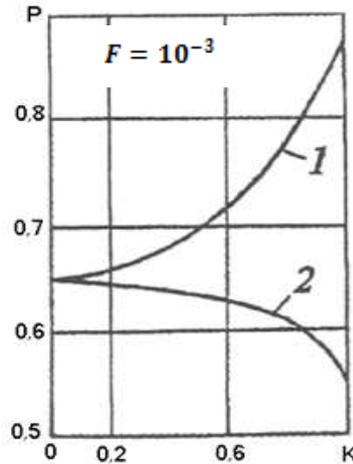
3. التأثير الهام على فعالية الكشف يتمثل بمعامل ثوابت ترابط مركبات الحقل الفراغية (درجة استقطاب حقل الإشارة المفيدة والتشويش). حيث أن الشكل 2 يعطي تصوراً عن خصوصية هذا التأثير: عندما  $s^2 = 6\text{dB}$  نمثل علاقتين:  $P(\rho_0)$  (المنحني 3 عندما  $\Delta\varphi = \pi$  والمنحني 4 عندما  $\Delta\varphi = 0$ ) وعندما  $\rho_s = 0.8$  و  $P(\rho_s)$  (المنحني 1 عندما  $\Delta\varphi = \pi$  والمنحني 2 عندما  $\Delta\varphi = 0$  وعندما  $\rho_p = 0.8$ ).



الشكل (2) يبين علاقة احتمال الكشف الصحيح بثوابت مركبات الحقل الفراغية الترابطية في حال  $s^2 = 6\text{dB}$ .

إن سير المخططات البيانية في الشكل 2 يمكن التنبؤ به من العلاقات (25) و (26) وخاصة تأثير الحد الثاني في (26) الذي يربط ثوابت الترابط عند عدم التناظر مع الانزياح الصفحي في بلوك واحد ودور الأخير يمكن تقويته أو إضعافه ببارامترات أخرى للبلوك.

4. إن تأثير عدم تساوي الاستطاعات للمركبات الفراغية (تأثير ثوابت عدم التناظر) ممثل على الشكل 3 عندما:  $\rho_p = \rho_s = 0.8$ ,  $s^2 = 3\text{dB}$ ,  $\Delta\varphi = \pi$  يحدد المنحني 1  $P(k_p)$  عندما  $k_s = 0$ . ويشكل مماثل  $\Delta\varphi = 0$ .



الشكل (3) يبين أثر علاقة استطاعة المركبات الفراغية للإشارة والتشويش بثوابت عدم التناظر عند احتمال الإنذار الكاذب  $F=10^{-3}$

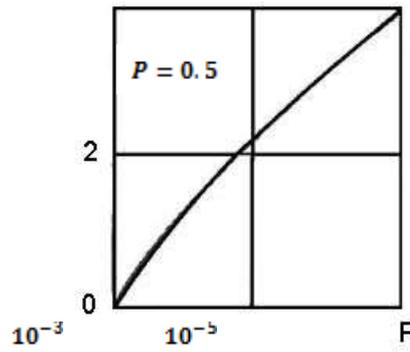
من العلاقات نجد أنه عندما تزداد  $k_p$  يمكن من كبت التشويش عند أي قيمة لـ  $\Delta\varphi$  وليس بمقدار تأثير عدم التناظر للمركبة المفيدة. وإذا كانت  $\Delta\varphi = \pi$  فإن علاقة  $P(k_p)$  تنخفض (المنحني 2 عندما  $k_p = 0$ ) وعندما  $\Delta\varphi = 0$  والشروط الأخرى نفسها فإن المنحني 1 ذو قيمة تصاعدية.

إن تأثير ثوابت عدم التناظر على وثوقية الكشف يوضح بالعوامل الآتية . عدم تساوي مركبات الاستطاعة الفراغية تعني إعادة توزيع طاقة الموجة وإن إعادة التوزيع في موجة التشويش مفيدة لاكتشاف موجة الإشارة المتناظرة نظراً، لأن الكاشف يولف بشكل كافٍ عند وجود مساقط تشويش ضعيفة.

وبالتالي إذا كانت مساقط إشارة الموجة غير متناظرة فإنه وفقاً للمعادلة (26) يؤدي إما إلى الإقلال أو على العكس إلى زيادة قيمة العدد الخاص الأولي في المصفوفة الرئيسية وبحسب الشروط  $\Delta\varphi = \pi$  أو  $\Delta\varphi = 0$  وإن علاقة احتمال اكتشاف الإشارة مع قيمة العدد الخاص الأولي للمصفوفة الرئيسية يمكن الدلالة عليه في المثال التالي: من أجل المنحني 1 على الشكل 1:  $v_2 = 0.05, v_1 = 13.57$  وينفس الوقت من أجل المنحني 3:  $v_2 = 0.05, v_1 = 1.16$  . في الحالة الأولى (في الشروط الجيدة للكشف)  $v_1$  تزيد بمقدار 2.71 مرة. وفي الحالة الثانية (في شروط الكشف السيئة) تزيد خمس مرات فقط. لذلك في الحالة الثانية تقل قيمة العدد الخاص الأولي للمصفوفة الرئيسية وبوجود معايير أعظمية لاحتمال الكشف الصحيح.

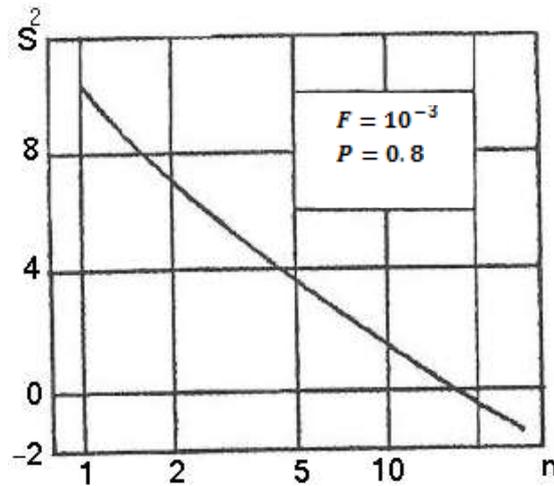
5. الشكل 4 يمثل زيادة عتبة الإشارة عند تصغير احتمال الإنذار الكاذب  $F=0.001$  (هذه الحالة تبقى  $P=0.5$ ). هذا الأداء تقريباً لا يتوقف على ترابط بارامترات الإشارة والتشويش.

$$\Delta S^2$$



الشكل (4) يبين علاقة مستوى عتبة الإشارة باحتمال الانذار الكاذب عند  $P=0.5$ .

6. علاقة مستوى عتبة الإشارة عندما  $F=0.001$ ،  $P=0.8$ ،  $\Delta\varphi = 0$ ،  $\rho_p = \rho_p = 0.8$  بعدد مرات المراقبة  $n$  موضحة في الشكل 5. لا يوجد اساس للانتظار، من أجل قراءة بارامترات أخرى للإشارة المفيدة والتشويش فإن علاقة عتبة الإشارة تختلف فعلياً عما ورد. نلاحظ من الشكل الهبوط السريع للخط البياني للإشارة مع زيادة  $n$  وعندما  $n=30$  فإن التوزيع الستاتيكي (10) مازال بعيداً عن الطبيعي.



الشكل (5) يبين علاقة مستوى عتبة الإشارة بعدد مرات المراقبة في حال  $F=10^{-3}$  و  $P=0.8$ .

7. في حال  $K_p = K_s = 0$  في (7) دائماً  $c_1 = c_2 = c$  ويمكن اعتبار  $c = 1$  و بالعكس إذا كان على الأقل واحد من الثوابت  $K_p$  أو  $K_s$  مختلف بالقيمة عن الصفر فإن  $c_1 \neq c_2$ .

### الخلاصة:

إن تقييم خوارزميات معالجة مركبات الحقل الفراغية للإشارة والتشويش المستقطبان جزئياً تبين أهمية اختيار عتبة تحديد الكشف الصحيح والإنذار الكاذب وأهمية الطور للإشارتين المفيدة والتشويش، وعند أخذ أنواع التعديل المختلفة تعطي خوارزميات معالجة مركبات الحقل الفراغية نتائج أفضل.

## المراجع:

1. ДЖУЛЦ, Д. *Тузэр*. 1986, 11-74.
2. BOERNER, W.M. *Direct and Inverse Method in Radar Polarimetry*. Kluver Academic Publisher, 1992, part 1,2. 382.
3. SALMAN, B.G.; MECOWAN, A. *The CFIE technique applied to finite-size planar and non-planar microstrip antenna*. Conf. publ No.420, 1997, 338-341.
4. VACHULA, G.M.; BOERNER W.M. *IEEE Trans. on AES*. 1983, 191.
5. КЦСЕЛЕВ, А.З. *Радиотехника и электроника*. 1985. 300.

