

*التوصية ITU-R M.628-4

الخصائص التقنية للمرسلات المستجيبة الرادارية المخصصة للبحث والإنقاذ

(المسألان ITU-R 28/8 و ITU-R 45/8)

(1986-1990-1992-1994-2006)

نطاق التطبيق

تحتوي هذه التوصية على الخصائص التقنية للمرسلات المستجيبة الرادارية المخصصة للبحث والإنقاذ (SART). وتستخدم هذه الأجهزة لمعرفة موقع سفينة أو مركبة إنقاذ في البحر في أحوال الاستغاثة. ويمكن لأي سفينة أو مركبة إنقاذ استعمال SART للدلالة على أنها في ضائقة. ويمكن تحري مواقع أجهزة SART بواسطة رادارات تعمل في نطاق التردد 9 GHz.

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- (أ) أن القاعدتين III/6.2.2 و IV/7.1.3 من تعديلات عام 1988 على الاتفاقية الدولية لحماية الحياة البشرية في البحر (SOLAS)، 1974 تنص على أن تتجهز السفن بمرسلات مستجيبة رادارية تعمل في نطاق الترددات 9 GHz وتؤمن تحديد موقع السفينة عندما تكون في حالة الاستغاثة في البحر أو موقع مركبة الإنقاذ؛
- (ب) أن سفناً لا تخضع لاتفاقية SOLAS، 1974 تستطيع أن تستعمل هذا النمط من المرسلات المستجيبة الرادارية كذلك، ويمكن تركيب بعض هذه المرسلات المستجيبة الرادارية في آلية عائمة قابلة للإطلاق والتفعيل أو في صوآت راديوية عائمة لموضعة الطوارئ (EPIRB)، أو صوآت راديوية EPIRB عائمة لموضعة الطوارئ ساتلياً؛
- (ج) أن القاعدة V/19 من تعديلات 2000 على الاتفاقية الدولية SOLAS، 1974 تفرض على سفن الركاب مهما كان حجمها وعلى السفن ذات حمولة إجمالية بمقدار 300 طن أو أكثر أن تحمل جهازاً رادارياً، وتفرض على السفن ذات حمولة إجمالية من 5 000 طن أو أكثر، أن تحمل جهازين رادارين؛ وينبغي للجهاز الراداري أو لأحد الجهازين الرادارين على الأقل أن يكون قابلاً للتشغيل في نطاق الترددات 9 GHz ابتداء من 1 فبراير 1995؛
- (د) أن المنظمة البحرية الدولية (IMO) قد اعتمدت التوصية بشأن معايير تشغيل المرسلات المستجيبة الرادارية لمركبات الإنقاذ التي تستعمل في عمليات البحث والإنقاذ (القرار (19) A.802)؛
- (هـ) أن تحديد الموقع هو أحد المتطلبات الأساسية للنظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحر (GMDSS)؛
- (و) أن نظاماً لتحديد الموقع قد يكون أكثر فعالية إذا كانت المرسلات المستجيبة الرادارية مطابقة لخصائص التقنيات والتشغيل المتفق عليها دولياً،

* يطلب من مدير مكتب الاتصالات الراديوية أن يحيط المنظمة البحرية الدولية (IMO) ومنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) واللجنة الكهروتقنية الدولية (IEC) والرابطة الدولية لسلطات المنارات (IALA)، علماً بهذه التوصية.

توصي

- 1 بأن تكون الخصائص التقنية للمرسلات المستجيبات الرادارية الخاصة بالبحث والإنقاذ والتي تعمل في نطاق الترددات 9 200-9 500 MHz مطابقة للمواصفات الواردة في الملحق 1 بمذة التوصية؛
 - 2 بأن يقدر أقصى مدى كشف لصوة SART لها خصائص تقنية مطابقة للملحق 1، من رادار مطابق للقرار MSC.192(79) الصادر عن المنظمة البحرية الدولية على أساس قياسات الخصائص التقنية طبقاً للطريقة النظرية المذكورة في الملحق 2؛
 - 3 بأن تكون الملاحظتان 1 و 2 جزءاً من هذه التوصية.
- ملاحظة 1 - يتضمن الملحق 3 تفسيراً لتوهين الانتشار في إشارة صوة SART الذي تسببه مركبة الإنقاذ وركابها.
- ملاحظة 2 - يتضمن الملحق 4 وصفاً للخصائص التقنية لصوى SART ذات الاستقطاب الدائري.

الملحق 1

الخصائص التقنية للمرسلات المستجيبات الرادارية المخصصة للبحث والإنقاذ والتي تعمل في النطاق 9 200-9 500 MHz

- 1 التردد: 9 200-9 500 MHz.
- 2 الاستقطاب: أفقي أو دائري.
- 3 معدل الكنس: 5 μ s من أجل 200 MHz، اسمي.
- 4 يجب أن تتضمن إشارة الاستجابة 12 كنساً.
- 5 شكل الكنس: سن منشار، مدة كنس أمامي: 7,5 μ s \pm 1 μ s
مدة كنس عكسي: 0,4 μ s \pm 0,1 μ s
ينبغي أن تبدأ الاستجابة بكنس عكسي.
- 6 إرسال نبضي: 100 μ s اسمي.
- 7 القدرة e.i.r.p.: لا تكون أقل من 400 mW (مكافئة لقيمة + 26 dBm).
- 8 الحساسية الفعالة للمستقبل: أفضل من - 50 dBm (مكافئة لقيمة 0,1 mW/m²) (انظر الملاحظة 1).
- 9 مدة التشغيل: 96 ساعة في حالة الانتظار تتبعها 8 ساعات من إرسالات المرسل - المستجيب مع الإجابة لاستفهامات مستمرة وذات تردد لتكرار النبضات بمقدار 1 kHz.
- 10 مدى درجات الحرارة: المحيطية: من -20°C إلى +55°C،
المخزنة: من -30°C إلى +65°C.
- 11 وقت الاسترداد بعد الإثارة: 10 μ s أو أقل.
- 12 الارتفاع الفعال للهوائي: \leq 1 m (انظر الملاحظة 2).
- 13 الفترة الفاصلة بين استقبال إشارة الرادار وبداية الإرسال: 0,5 μ s أو أقل.
- 14 العرض الرأسي لحزمة الهوائي: \pm 12,5° على الأقل بالنسبة إلى المستوى الأفقي للمرسل المستجيب الراداري.
- 15 العرض السمي لحزمة الهوائي: شاملة الاتجاهات ضمن \pm 2 dB.

- ملاحظة 1** - تتضمن الحساسية الفعالة للمستقبل كسب الهوائي.
- تنطبق الحساسية الفعالة للمستقبل بأفضل من -50 dBm على نبضات استهفام الرادار (المتوسطة والطويلة) التي تفوق 400 ns.
 - تنطبق الحساسية الفعالة للمستقبل بأفضل من -37 dBm على نبضات استهفام الرادار (القصيرة) التي تساوي ns 100 أو تقل عن هذه القيمة.
 - يفترض بالمستقبل أن يكون قادراً على التشغيل الصحيح عندما يتعرض للمجال المشع (28 dB(W/m²)) الذي يرسله رادار السفينة طبقاً للقرار MSC.192(79) الصادر عن المنظمة البحرية الدولية عند أي مسافة تفوق 20 m.
- ملاحظة 2** - ينطبق هذا الارتفاع الفعال للهوائي على التجهيزات التي تغطيها القاعدتان III/6.2.2 و IV/7.1.3 من تعديلات 1988 على الاتفاقية SOLAS التي أبرمت عام 1974.

الملحق 2

يمكن أن يقدر أقصى مدى لكشف صوة SART ذات قدرة e.i.r.p. معينة أو مقيسة وحساسية فعالة لمستقبل ينشر مع رادار مطابق للقرار MSC.192(79) الصادر عن المنظمة البحرية الدولية وذلك حسب الشكل 1.

والمعلومات الأساسية للرادار هي:

- قدرة المرسل: 25 kW،
- كسب الهوائي: 30 dBi،
- ارتفاع الهوائي: 15 m،
- حساسية المستقبل: -94 dBm.

ويمثل الشكل 1 منحنيات الانتشار لإشارات صوة SART مع ارتفاعات من 0,5 m و 1 m و 1,5 m عندما يكون البحر هادئاً نسبياً (ارتفاع الموجة 0,3 m). أما في حالة بحر أكثر هيجاناً، ينخفض معامل انعكاس البحر وتتحرك منحنيات الانتشار في اتجاه خطوط الفضاء الحر وفقاً للانكسار الجوي. ويكون أقصى مدى لكشف للصوة SART ذات ارتفاع متر واحد (1 m) بقيمة 5 NM على الأقل.

وطريقة استعمال الشكل 1 تكون على النحو التالي:

- حساب القدرة التي يستقبلها الرادار (P_r) في المدى 1 NM وفقاً للعبارة التالية:

$$P_r = \text{القدرة e.i.r.p. للصوة SART} \times \text{كسب هوائي الرادار} \times (\lambda/4 \pi R)^2$$

$$\text{أي } P_r \text{ (dBm)} = \text{القدرة e.i.r.p. للصوة SART (dBm)} - 87 \text{ dB}$$

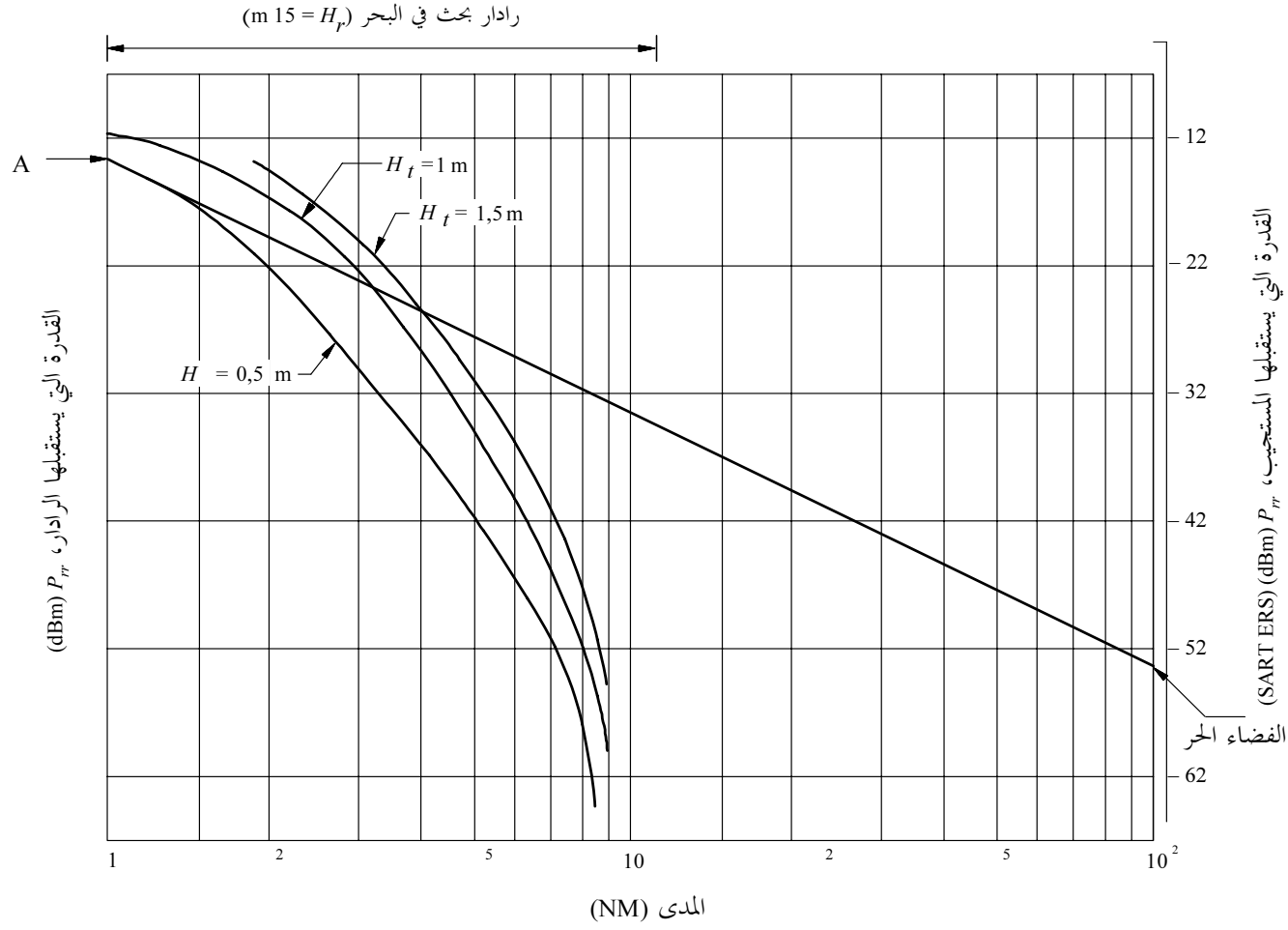
- تسجيل القدرة P_r المحسوبة عند النقطة A على سلم القدرة التي يستقبلها الساتل وإكمال السلم (10 dB لكل تدرج)؛
- تسجيل الحساسية الفعالة للمستقبل (ERS) للصوة SART على سلم القدرة التي يستقبلها المرسل المستجيب ورسم الخط الموازي للإحداثيات السينية عند هذه النقطة والقراءة عند نقطة التقاطع مع منحنى الانتشار المناسب لأقصى مدى لكشف الصوة SART؛

- اعتبار السوية -94 dBm على سلم القدرة التي يستقبلها الرادار وقراءة التقاطع مع منحنى الانتشار المناسب عند هذه السوية من أجل الحصول على أقصى مدى لكشف للصوة SART نحو الرادار.

وتكون أصغر هاتين القيمتين لأقصى مدى للكشف هي التقدير المطلوب لأقصى مدى لكشف الصوة SART والذي يفترض أن يكون بقيمة 5 NM على الأقل طبقاً للقرار A.802(19) الصادر عن المنظمة البحرية الدولية.

الشكل 1

منحنيات الانتشار لقياس أقصى مدى كشف الصورة SART



الملحق 3

تأثيرات ارتفاع الهوائي وإعاقة مسير الإشارة التي تسببها مركبة إنقاذ وركاها في مدى كشف الصوى SART

1 المقدمة

يناقش هذا الملحق التأثيرات في مسير انتشار إشارات الصوى SART وفقاً لارتفاع هوائي الصوى SART فوق سطح البحر وكذلك التوهين الذي تسببه مواد مركبة الإنقاذ وركابها.

2 تأثيرات ارتفاع هوائي الصوى SART في مدى الكشف

تطلب هذه التوصية أن يكون ارتفاع هوائي الصوى SART المركب متراً واحداً على الأقل فوق سطح البحر من أجل الحصول على مدى كشف 5 أميال بحرية الذي يتطلبه القرار A.802(19) الصادر عن المنظمة البحرية الدولية. وقد أكدت اختبارات ميدانية هذا الأداء. وقد أعطت الاختبارات على عينة من ست صوى SART لصانعين مختلفين مدى كشف يتراوح بين NM 8,2 و NM 9,2 مع ارتفاع للهوائي يبلغ متراً واحداً.

1.2 بينت الاختبارات أيضاً أهمية الحفاظ على ارتفاع لهوائي الصوى SART عند 1 m على الأقل. وحققت النتائج التالية على صوى في مركبة إنقاذ:

- صوى SART ملقاة على أرضية المركبة: مدى 1,8 NM
- صوى SART تقف عمودياً على أرض المركبة: مدى 2,5 NM
- صوى SART عائمة على سطح الماء: مدى 2,0 NM

3 تأثيرات مركبة الإنقاذ في إشارة الصوى SART

أجريت اختبارات على صوى SART مركزة في مركبة إنقاذ يبلغ ارتفاع الهوائي فيها متراً واحداً من أجل تحديد ما إذا كانت مركبة الإنقاذ أو ركاها تسبب حجبا للصوى.

1.3 تعرض الأشكال من 2 إلى 4 نتائج هذه الاختبارات المحققة على نموذجين مختلفين من طوف للنجاة SOLAS يتسع لثمانية أشخاص. وكانت توضع الصوى، في كل حالة، في وسط منصة تدور في مجال مفتوح وتطلق من خلال إشارة رادار منبض. وحققت كل مجموعة من القياسات مع طوف النجاة وركابه وبدونهم مع الإبقاء على الصوى SART في وسط المنصة الدوارة.

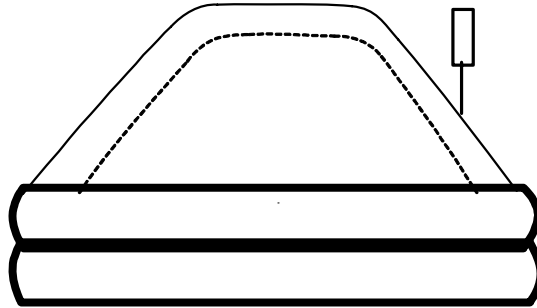
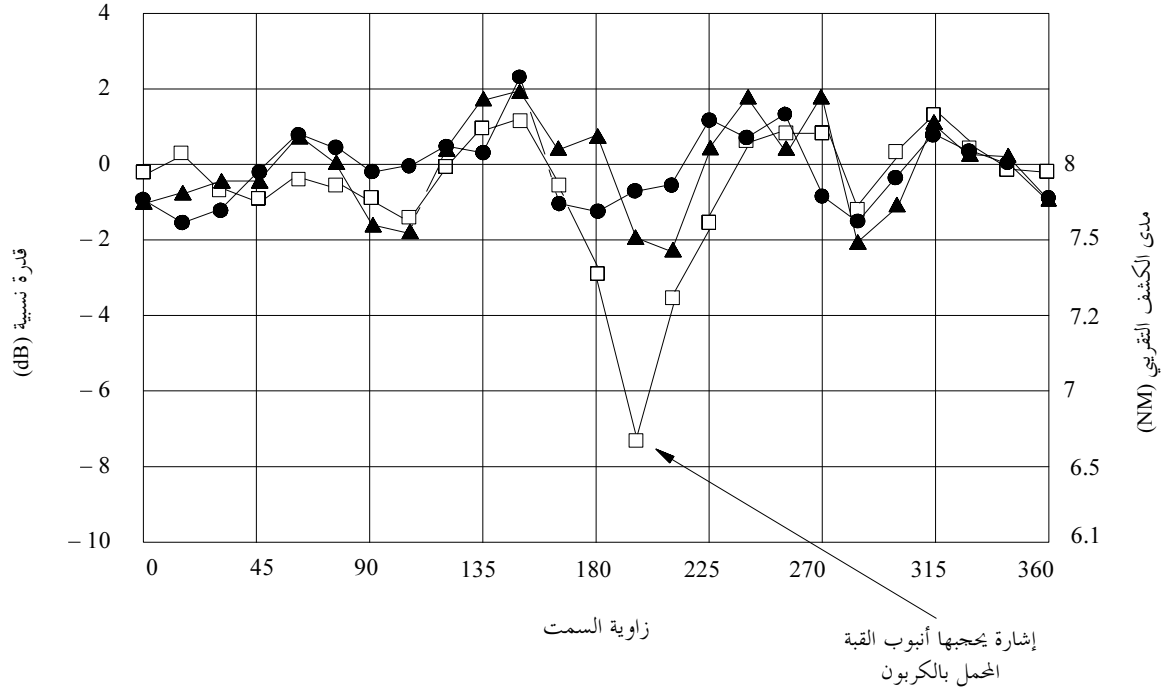
2.3 ويبين الشكل 2 النتائج المحققة في صوى SART مركزة على سارية راصدة في موقع هوائي طوف النجاة. وكان هوائي الصوى SART، في هذه الحالة، عند سوية الأنبوب الداعم لقبة الطوف. فكان لأحد الطوفين تأثير لا يذكر في الإشارة، بينما تسبب الطوف الآخر (حيث يحتوي الأنبوب الداعم على الكربون) في ميل للإشارة ضمن زاوية 30° تقريباً.

3.3 يبين الشكل 3 النتائج المحققة على الطوفين نفسهما لكن مع الصوى SART مصممة لتعلق من الأنبوب الداعم داخل قبة الطوف. ولوحظت خسارة ضئيلة للإشارة بسبب الأنابيب المحملة بالكربون عند مرور الإشارة عبر المقاطع الرأسية. ولوحظ أيضاً ميل لهذه الإشارة بسبب وجود شريط عاكس إلى الخلف في الجانب الخارجي من قبة طوف النجاة. وحدث على أحد الطوفين انخفاض ملموس للإشارة في زاوية صغيرة جداً وذلك بسبب قرب مجموعة من البطاريات بالليثيوم مركبة على القبة لتغذية أضواء تحديد موضع الطوف بالطاقة.

4.3 يبين الشكل 4 تأثير الحجب الذي يسببه ناج يحمل الصوى SART في يده. فلا يتجاوز ارتفاع الصوى SART في هذه الحالة 0,5 m.

الشكل 2

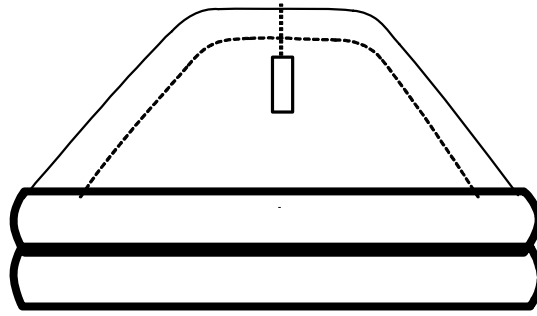
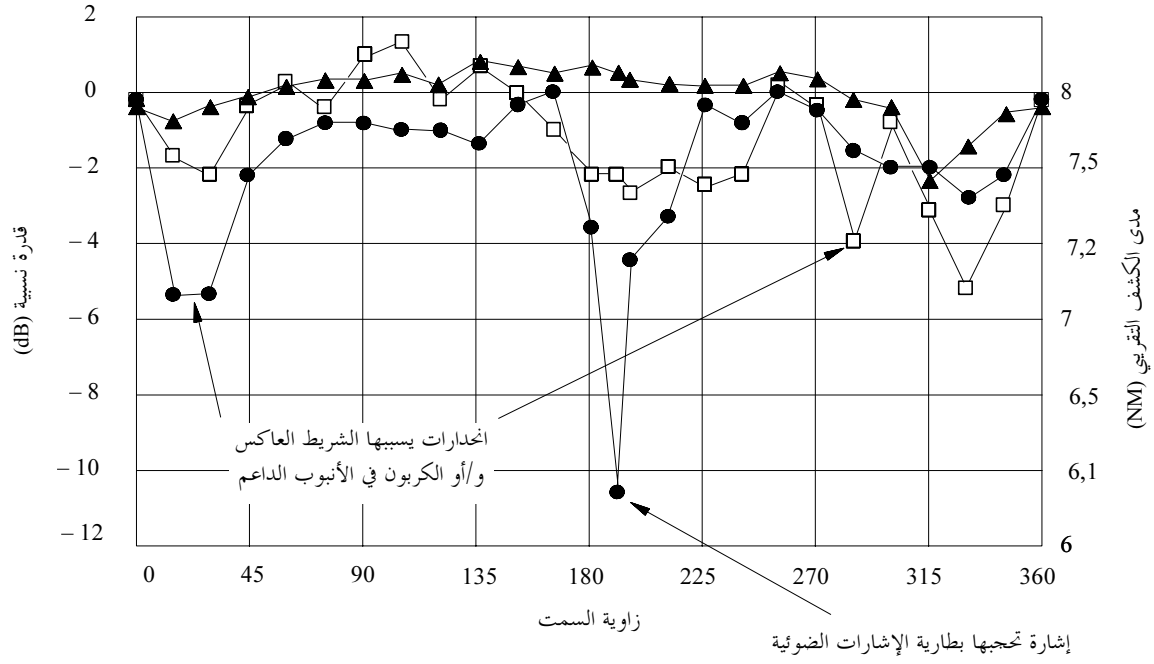
صوت SART مركبة على سارية



- صوت SART وحدها —▲—
- صوت SART مركبة على الطوف 1 —□—
- صوت SART مركبة على الطوف 2 —●—

الشكل 3

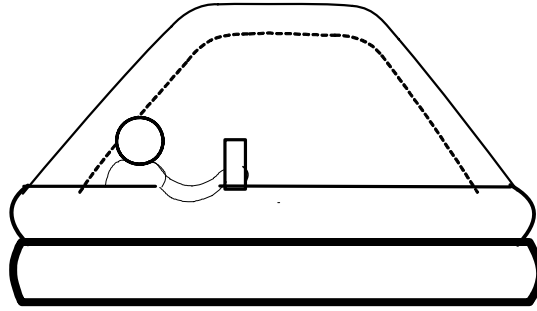
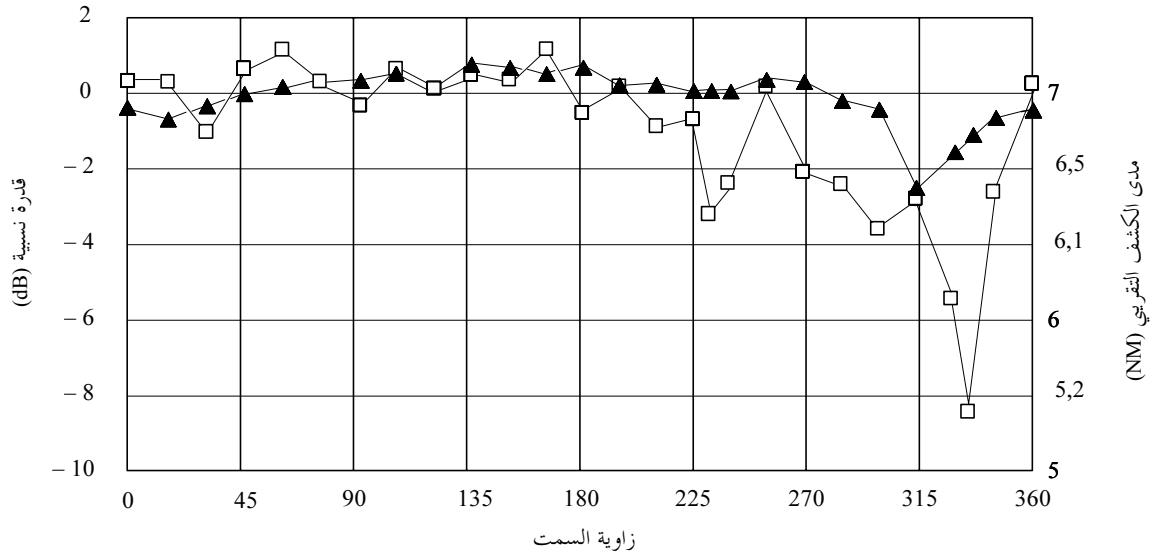
الصوت SART معلقة داخل الطوف



- ▲ صوت SART وحدها
- صوت SART مرتبة على الطوف 1
- صوت SART مرتبة على الطوف 2

الشكل 4

صوت SART محمولة باليد



صوت SART وحدها ▲

صوت SART محمولة باليد في الطوف 1 □

D04

5.3 يشار في كل شكل من الأشكال إلى مدى الكشف التقريبي. ويستخلص هذا المدى نظرياً على أساس مدى كشف من 8 NM لصوت ارتفاعها 1 m ومدى من 7 NM لارتفاع 0,5 m.

6.3 وتبين الأشكال أن أفضل النتائج تحققت مع الصوت SART المركبة على سارية حيث لم يتجاوز انخفاض مدى الكشف بسبب طوف النجاة عن 0,5 NM، عموماً. وحصل في كل الحالات انخفاض في الأداء على قطاعات ضيقة من 1,5 إلى 2,0 NM، لكن ذلك لن يشكل مشكلة تشغيلية لأن طوف النجاة يتحرك عملياً في البحر. أما التخفيض المبين في الشكل 4 والذي يسببه وجود الأشخاص، فلا يعتبر دلاليًا لأن الشخص الجالس في طوف للنجاة لا يتجاوز ارتفاع الهوائي أي متراً واحداً.

7.3 حققت هذه النتائج مع طوف نجاة جاف أثناء الاختبار. ويعرض الجدول 1 خسارة الانتشار لمواد القبة والأنابيب المستعملة في أطواف نجاة صانعين مختلفين. ويعطي البندان الأخيران الخسارة عندما تبلل المواد بماء البحر. ويظهر أن الخسارة الإضافية للمواد المبلة تساوي في أسوأ الحالات 3,35 dB وهذا ما يقابل انخفاضاً في مدى الكشف بقيمة 0,5 NM تقريباً.

الجدول 1

خسارة الانتشار عبر قبة طوف النجاة (نتائج القياسات)

خسارة الانتشار (dB) بدلالة ميل القبة				الوزن (kg/m ²)	السماكة (mm)	العينة	الاختبار
الميل							
°60 = θ	°45 = θ	°30 = θ	°0 = θ				
0	0,2-	0,1-	0	0,22	0,18	مادة القبة للشركة A	1
0,2-	0,3-	0,05-	0,05-	0,7	0,53	مادة الأنبوب للشركة A	2
0,05-	0,15-	0,1-	0	0,27	0,25	مادة القبة للشركة B	3
0,45-	0,4-	0,4-	0	0,67	0,57	مادة الأنبوب للشركة B	4
0,4-	0,3-	0,5-	0,2-	0,3	0,26	مادة القبة للشركة C	5
2,4-	1,9-	1,4-	0,6-	0,67	0,54	مادة الأنبوب للشركة C	6
1,1-	0,95-	0,55-	0,35-	-	-	رش القبة "1" بالماء المالح (4,8% NaCl)	7
3,4-	2,6-	1,9-	1,3-	-	-	رش القبة "3" بالماء المالح (4,8% NaCl)	8

تردد القياس: 9,4 GHz

حجم العينة: 800 × 600 mm

4 الاستنتاجات

تظهر الاختبارات أن صوى SART المركبة تركيباً ملائماً تحقق مدى الكشف الذي تطلبه المنظمة IMO حتى في وجود تأثيرات الحجب لمركبة الإنقاذ. ولا حاجة لتركيب الصوة SART عند أكثر من متر واحد فوق سطح البحر لا سيما إذا كان الارتفاع الإضافي صعب التحقيق بالنسبة إلى الناجين لكن تحسينات في تركيب الهوائي قد تحقق في المستقبل وتوفر مدى إضافياً للكشف.

1.4 لا تأخذ الاختبارات في الاعتبار تأثير عاكس الرادار في أداء الصوة SART، لكن من المتوقع أن يسبب الخطأ كبيراً في استجابة الصوة SART. وينصح الناجون بعدم نشر الصوة SART وعاكس راداري على مركبة الإنقاذ نفسها لأن العاكس قد يحجب الصوة SART.

الملحق 4

تأثيرات ارتفاع الهوائي وإعاقة مسير الإشارة التي تسببها مركبة إنقاذ
وركاها في مدى كشف الصوى SART

تمهيد

كان الاستقطاب الأفقي هو الطريقة المستخدمة في صوى SART. وقد بينت اختبارات حديثة أجريت في اليابان أن استعمال الاستقطاب الدائري سيكون ملائماً في صوى SART. وقد صنعت لأغراض التجربة صوة SART تستخدم استقطاباً دائرياً وهوائياً حلزونياً وأجريت عليها تجارب في حوض من الماء وفي البحر. وأظهرت النتائج تفوق استعمال الاستقطاب الدائري في صوى SART مما يؤدي إلى تخفيض في حجم هذه الصوى.

1 خصائص إشارة SART في اختبارات حوض الماء

أجريت قياسات للقدرة المتلقاة من إشارة SART ورصدت إمكانية رؤية الإشارة على مؤشر موقع النبضة (PPI) في الرادار وذلك في حوض من الماء بأمواع اصطناعية في مختبر أبحاث في اليابان. وقد أظهرت النتائج تفوق الاستقطاب الدائري على الاستقطاب الأفقي بالنسبة لصوى SART.

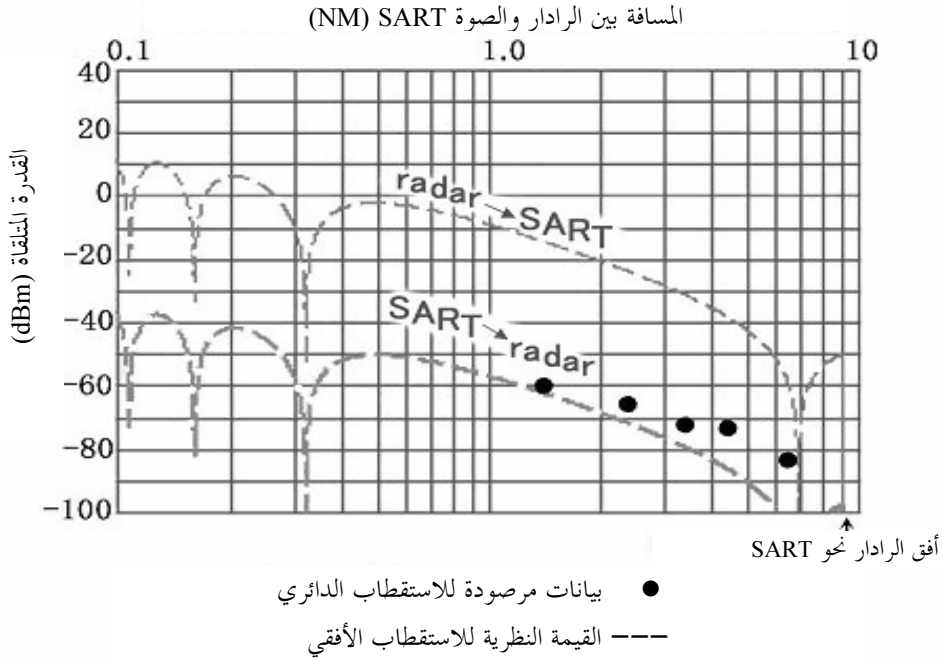
2 خصائص إشارة SART في تجربة في البحر

أجريت هذه التجربة في عام 2000، بتعاون من جانب سفن وطائرات السلطات البحرية في اليابان في خليج ساغامي، ورصدت فيها إمكانية رؤية إشارة SART في رادارات على متن السفن والطائرات. وفي الوقت ذاته جرى قياس القدرة المتلقاة من إشارة SART بواسطة رادار في موقع على البر. وكشفت التجربة عن النتائج التالية:

- (أ) في حالة رادار على متن طائرة، كانت المسافة القصوى لإمكانية رؤية إشارة SART في الاستقطاب الدائري NM 37، بينما كانت المسافة المقابلة في الاستقطاب الأفقي NM 30. وهذا يؤكد تفوق الاستقطاب الدائري.
- (ب) في حالة رادار بحري، كانت المسافة القصوى لإمكانية رؤية إشارة SART في الاستقطاب الدائري NM 14، بينما كانت المسافة المقابلة في الاستقطاب الأفقي NM 11,5. وهذا يؤكد تفوق الاستقطاب الدائري.
- (ج) في حالة رادار بحري منصوب على البر كانت النتيجة كما هو مبين في الشكل 5. وقد جرى انسياق الصورة SART ذات الاستقطاب الدائري في البحر بواسطة قارب مرافقة صغير. وكانت المسافة بين الرادار والصورة SART تتغير. وكانت القدرة المتلقاة من SART تقاس من قبل الرادار البحري المنصوب على البر. وفي الشكل 5 تبين النقاط السود إشارة SART ذات الاستقطاب الدائري التي قيست فعلاً، ويبين المنحنيان المتقطعان القيمة النظرية لإشارة SART ذات الاستقطاب الأفقي. وتبدو البيانات المقيسة دوماً فوق منحني القيمة النظرية في اتجاه "SART إلى الرادار". وكان ظهور إشارة SART ذات الاستقطاب الدائري على مؤشر موقع النبضة (PPI) في الرادار أقوى وأوضح من ظهور إشارة الاستقطاب الأفقي. وبالتالي تؤكد هذه النتائج تفوق الاستقطاب الدائري. والسبب في ذلك ما يلي: نظراً لدوران المجال الكهربائي فإن الاستقطاب الدائري يستبان في عنصر الاستقطاب الأفقي وفي عنصر الاستقطاب الرأسي. ويختلف الانعكاس الذي يتميز به سطح البحر بالنسبة لهذين العنصرين من عناصر التوليف. ولذلك فإن منحني قوة الاستقبال عندما تتداخل الموجة المباشرة والموجة المنعكسة عن سطح البحر يتغير بتغير المسافة. وتؤدي هذه الظاهرة إلى زيادة المسافة التي يمكن تحريها في موجة SART ذات الاستقطاب الدائري عن المسافة التي يمكن تحريها في موجة الاستقطاب الأفقي بنسبة 30% أو أكثر.

الشكل 5

البيانات المرصودة لإشارة SART ذات الاستقطاب الدائري والقيمة النظرية للاستقطاب الأفقي



ارتفاع الهوائي: 9,5 m

الرادار: قدرة الذروة: 2,5 kW

ارتفاع الهوائي: 1,0 m

SART: قدرة الذروة: 400 mW

نظراً لحسن تقابل البيانات المرصودة للاستقطاب الأفقي SART والقيمة النظرية لها فقد حذفت البيانات في هذا الرسم.

وعلاوة على ذلك أجريت في عام 2004 قياسات للقدرة المتلقاة من إشارة SART في ظروف طقس عاصف باستخدام رادار بحري في مختبر أبحاث في اليابان. ونتيجة لذلك تؤكد أن أداء صوة SART باستقطاب دائري لا يقل سوية عن أداء مثيلتها باستقطاب أفقي.