



“Conferenza” Le funzioni di correlazione nella scoperta dei segnali idrofonicici in mezzo al disturbo

**1^ relazione presso
Accademia Navale
-Aprile 2015-**

**2^ relazione “ampliata”
su Nave Margottini
-Marzo 2016-**

**Relatore: C. Del Turco
già Dirigente**

USEA / Alenia Elsig Sistemi Navali

Anteprima

www.sonar-info.info

SONAR-INFO

Sul funzionamento del sonar

Dall'approccio discorsivo alle soluzioni matematiche con particolare rilievo per le tecniche di correlazione



A memoria delle attività di studio, progettazione e realizzazione nel campo dell'acustica subacquea, degli uomini delle Soc. USEA e SELENIA ELSAG SISTEMI NAVALI. Un omaggio vada al Personale MILITARE e CIVILE della M.M.I. che, negli anni, ha affiancato le società nello svgimento degli ardui compiti ad esse affidati.

[Contenuti](#) | [Contatti](#) | [Recensioni](#) | [L'autore](#) | [Ricerca veloce](#) | [Sonar; ricerca per immagini](#) |

- [Ricerca veloce argomenti](#) - [Le pubblicazioni di Aprile: Studio impulso d'emissione p](#)

Libri e studi in pdf:

- [Dell' autore del sito](#) -

- [Di autori diversi](#) -

Per utilizzare alcuni file exe in VB scaricare MSVBVM50.dll	sonar immagini	"Vocabolario enciclopedico d'acustica subacquea e sonar con argomenti complementari di elettronica e matematica." 
---	----------------	---

Per tutti gli argomenti [DOWNLOAD LIBERO](#) 



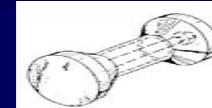
ANTEPRIMA

I dispositivi per la ricezione dei segnali idrofonici

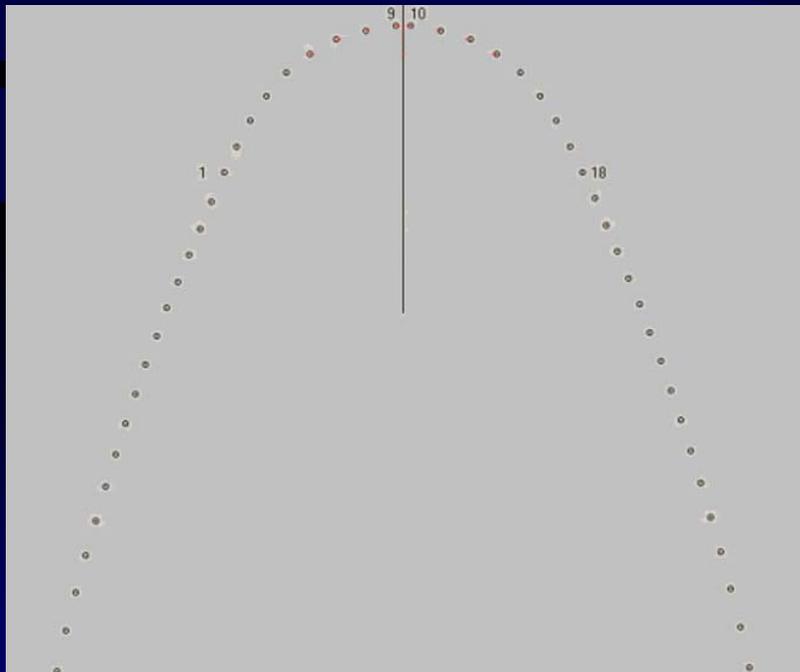
Idrofono per base conforme



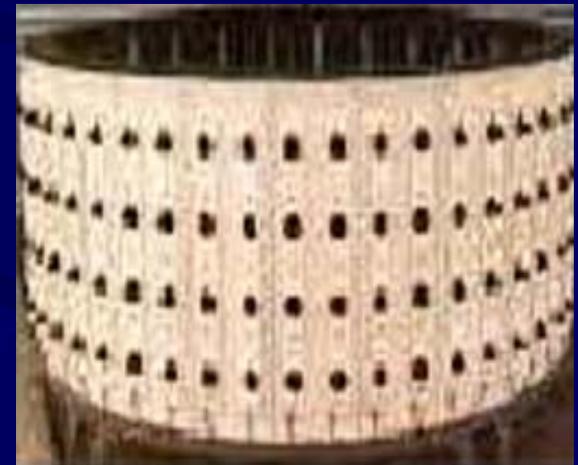
Trasduttore per base circolare



Base idrofonica di ricezione conforme al profilo del smg.



Base circolare per ricezione e trasmissione

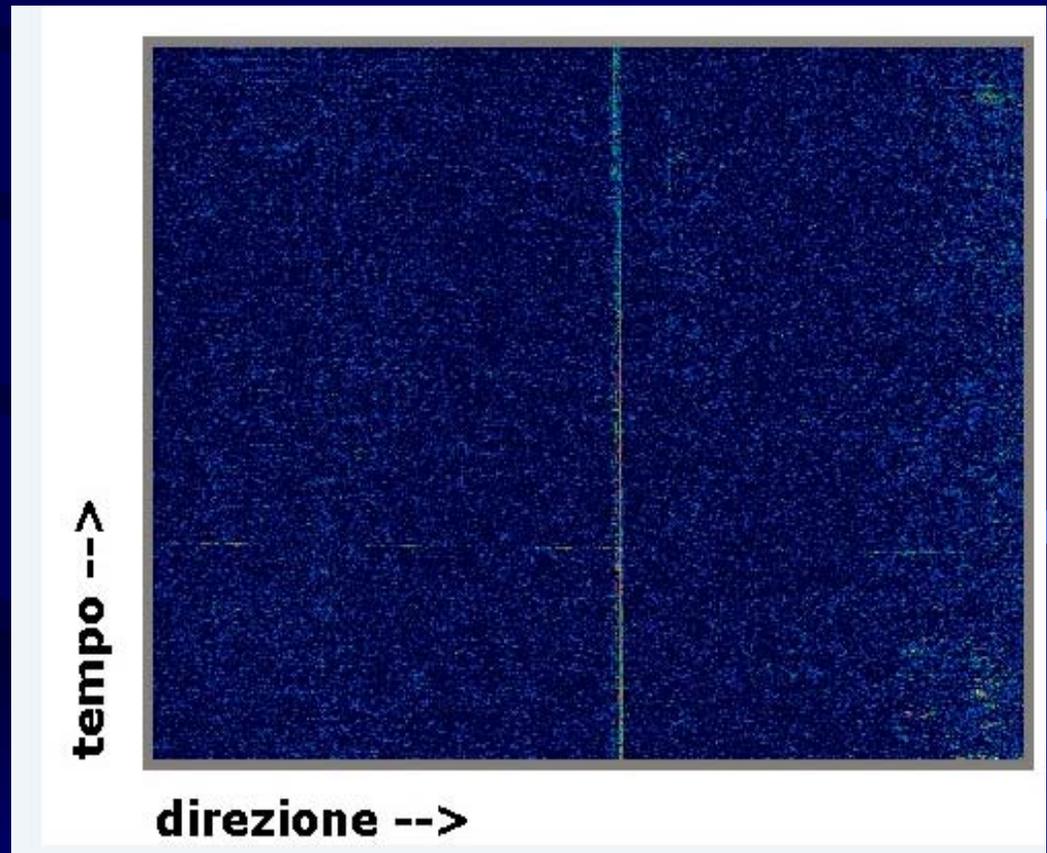


Scansione di ricerca su 360°

- Nave vicina in movimento
- 2) Prevalenza del segnale della nave sul rumore del mare
 - 3) Smg. in movimento lontano
 - 4) Prevalenza del rumore del mare sul segnale del smg.

Priv = 99.99%

Pfa = 0.01%

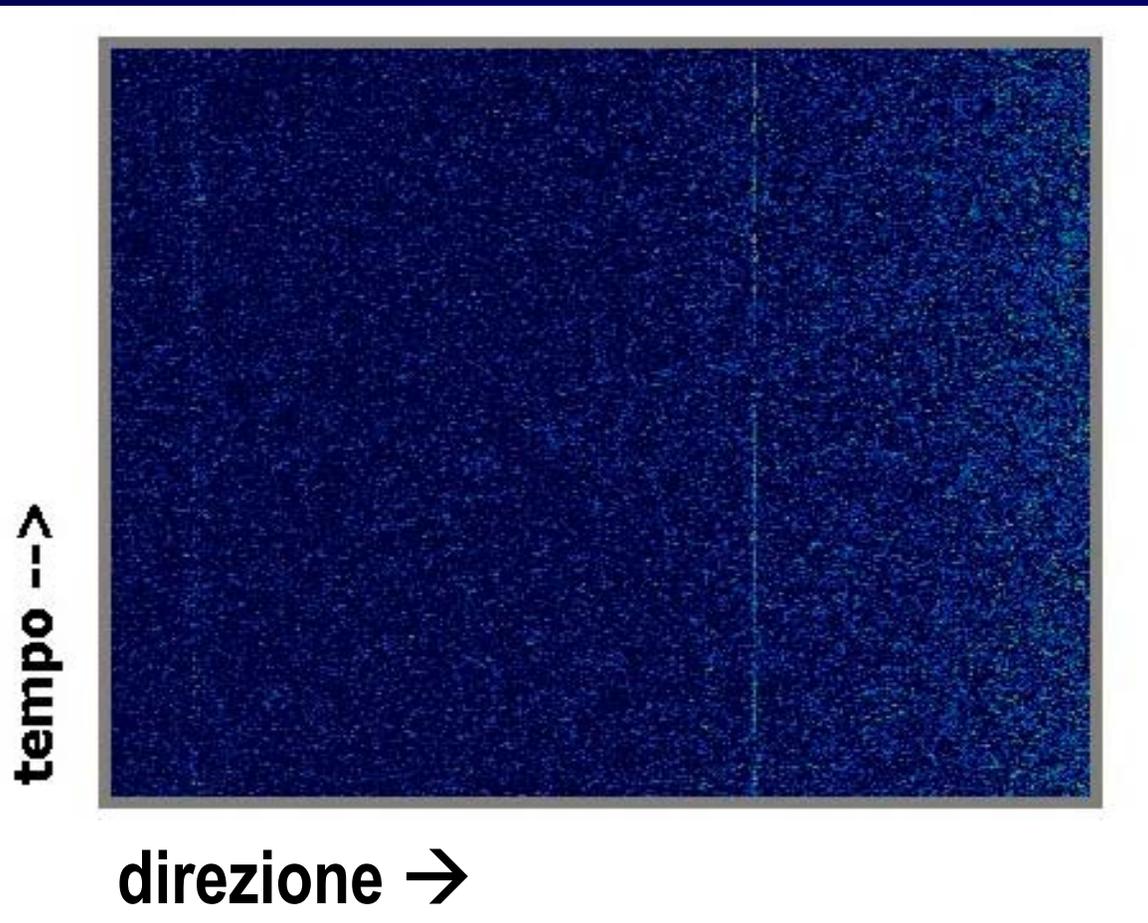


Scansione di ricerca su 360°

- 1) Nave vicina ferma
- 2) Smg. in movimento lontano
- 3) Prevalenza del rumore del mare sul segnale del smg.

Priv = 40%

Pfa = 30%

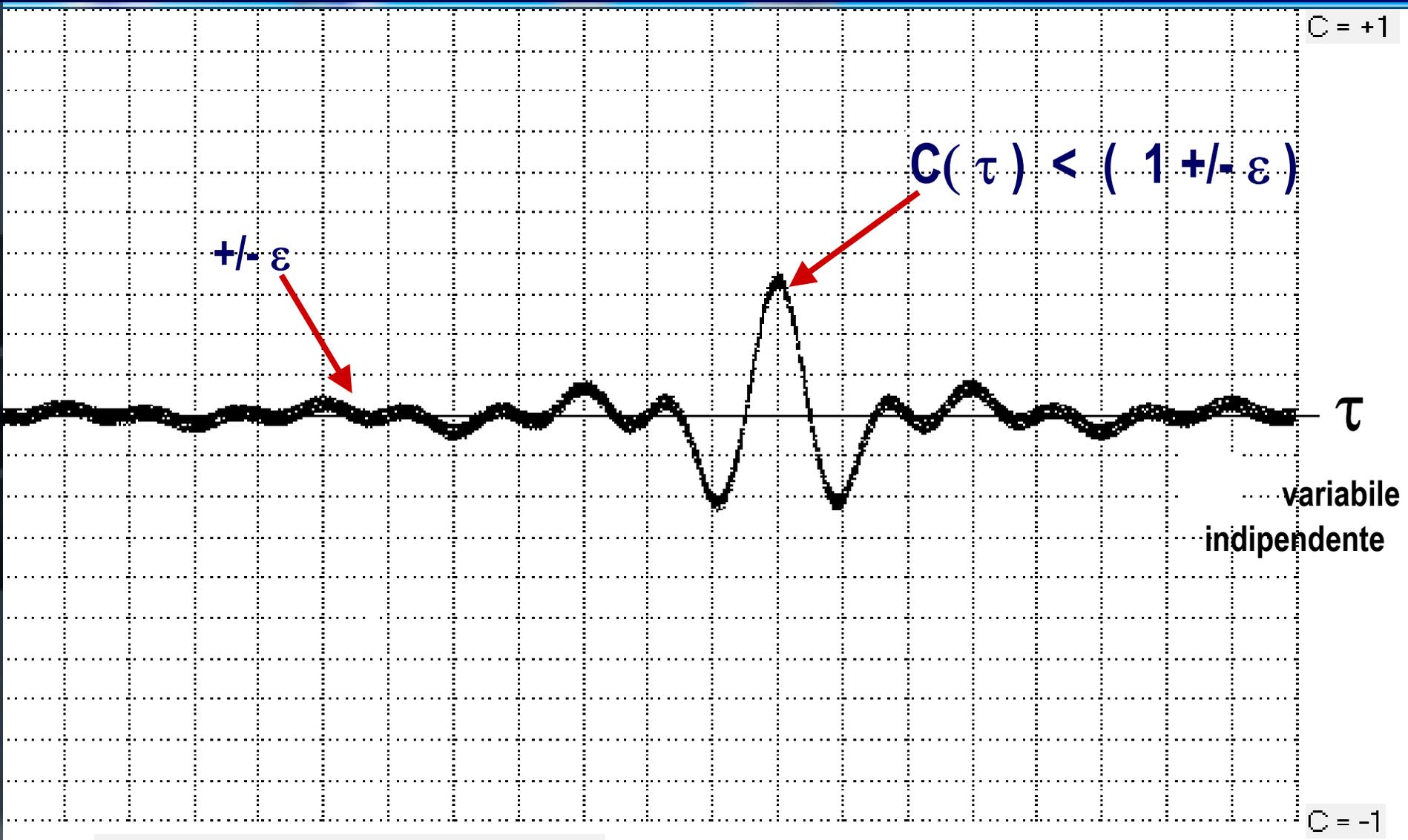


Le " **funzioni di correlazione $C(\tau)$** " sono algoritmi sviluppati da macchine (**correlatori**) che, tramite opportuni livelli numerici o di tensione, consentono l'individuazione di segnali elettrici specifici mascherati da disturbi a carattere **casuale**.

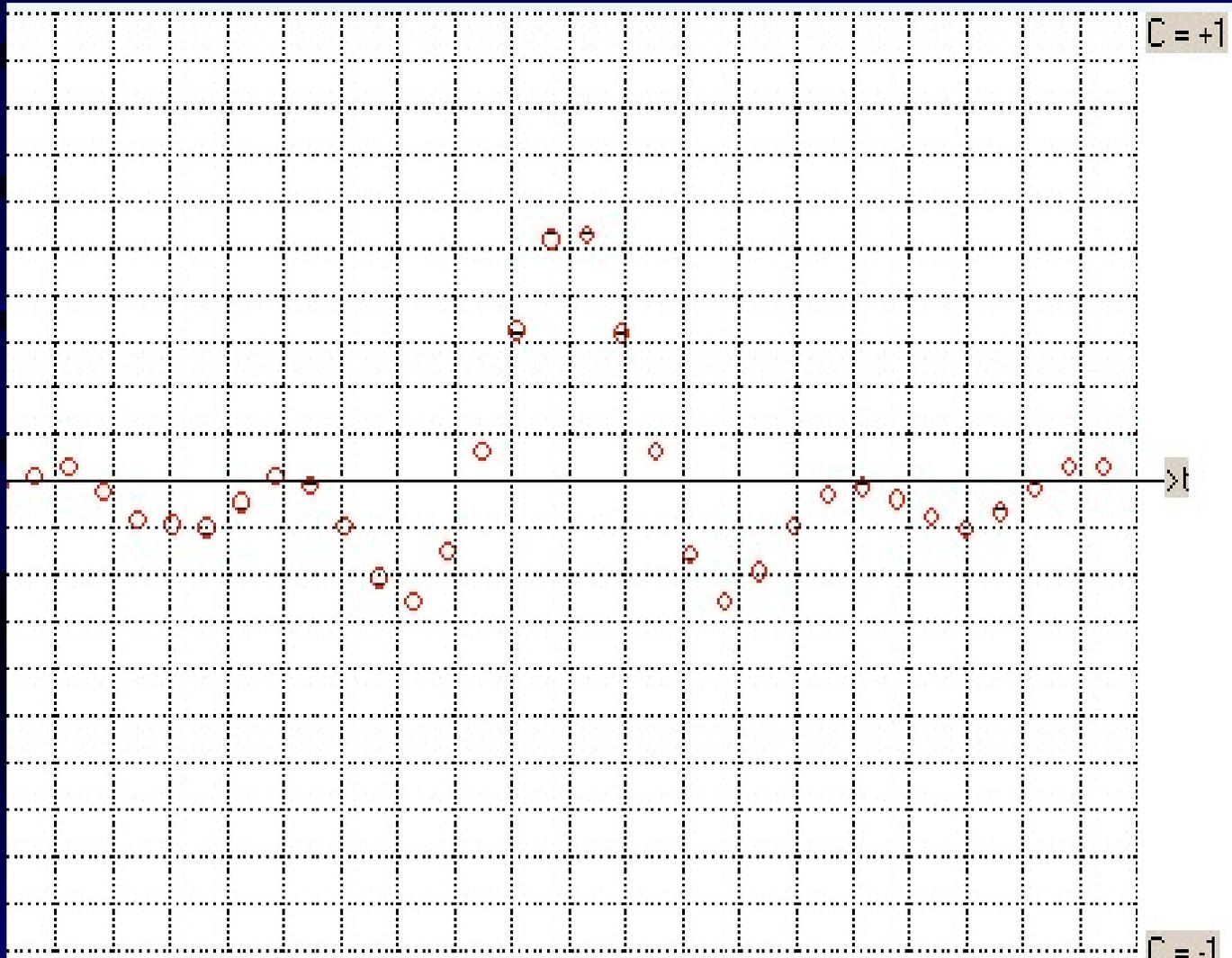
Se i segnali sono presenti tra i disturbi le macchine ne denunciano la presenza con un livello numerico o di tensione normalizzato $C(\tau) \pm \varepsilon$ tale che: $0 < C(\tau) \pm \varepsilon \leq 1$

Se i segnali sono assenti la presenza dei disturbi è evidenziata con un livello numerico o di tensione di rumore N che ondula di $\pm \varepsilon$ attorno al livello 0.

Rappresentazione grafica di una funzione di correlazione in via teorica



Rappresentazione grafica di una funzione di correlazione a passi discreti



variabile
pendente

I primi studi sulle funzioni di correlazione -di Faran e Hills 1952-

HU/ARL TM 28
AD No. 3/88
ASTIA FILE COPY

OFFICE OF NAVAL RESEARCH
CONTRACT N5 ORI-76 PROJECT ORDER X

NR-384-903

TECHNICAL MEMORANDUM
NO. 27

CORRELATORS FOR SIGNAL RECEPTION

BY

JAMES J. FARAN, JR.
ROBERT HILLS, JR.

SEPTEMBER 15, 1952

ACOUSTICS RESEARCH LABORATORY
DIVISION OF APPLIED SCIENCE
HARVARD UNIVERSITY - CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS

Best Available Copy

HU/ARL TM 28
AD No. 94825
ASTIA FILE COPY

OFFICE OF NAVAL RESEARCH
CONTRACT N5 ORI-76 PROJECT ORDER X

NR-384-903

TECHNICAL MEMORANDUM
NO. 28

THE APPLICATION OF
CORRELATION TECHNIQUES
TO ACOUSTIC RECEIVING SYSTEMS

BY

JAMES J. FARAN, JR.
ROBERT HILLS, JR.

NOVEMBER 1, 1952

ACOUSTICS RESEARCH LABORATORY
DIVISION OF APPLIED SCIENCE
HARVARD UNIVERSITY - CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS

Segnale di ampiezza "S" con rumore casuale di ampiezza "N" visti con oscilloscopio

$S = 1$

$N = 0.5$



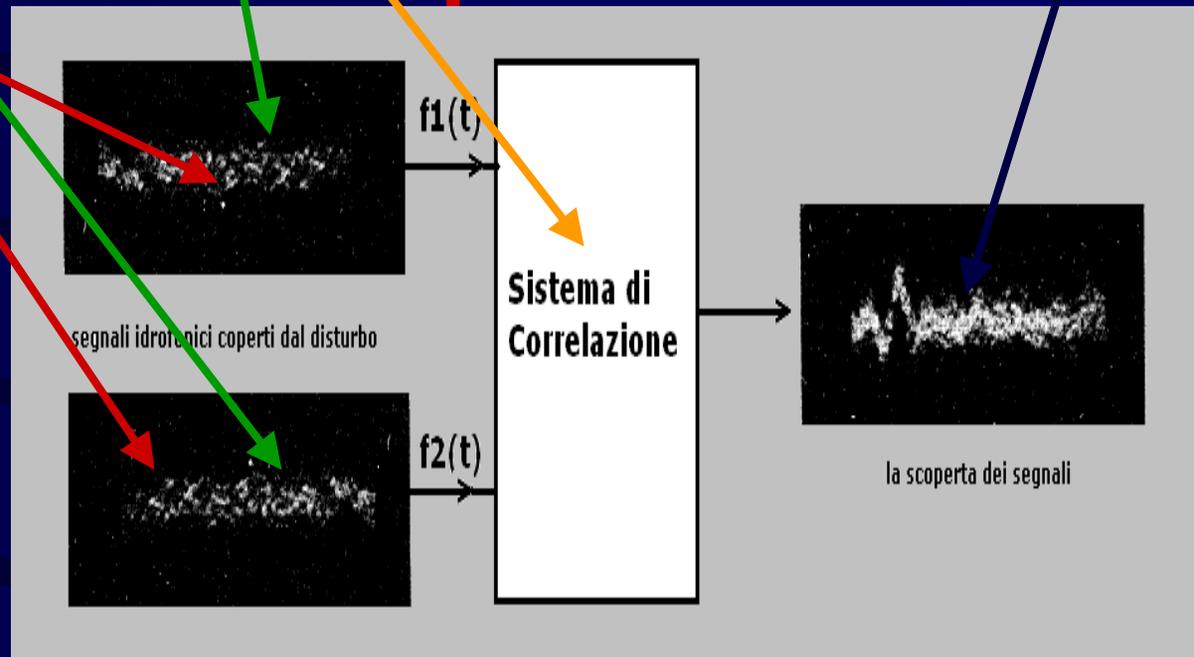
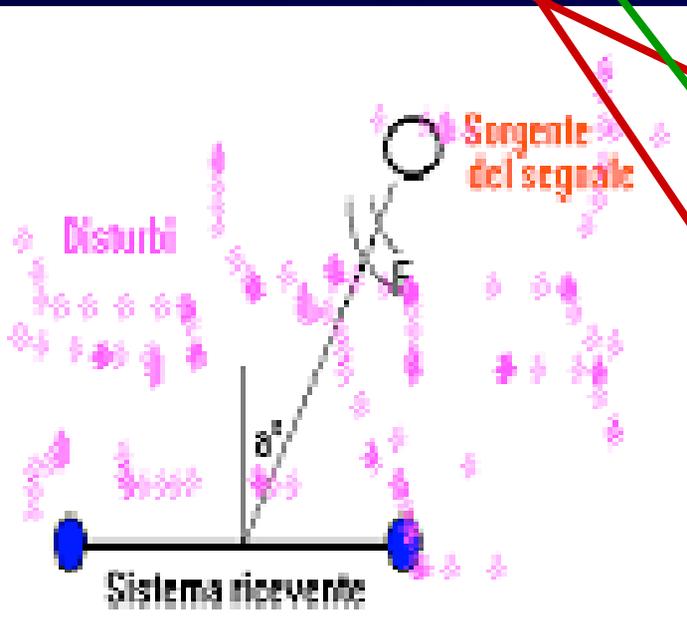
**Segnale di ampiezza "S" coperto da
rumore bianco di ampiezza "N" visti con oscilloscopio**

S = 0.1

N = 1



Le funzioni di correlazione nella scoperta dei segnali idrofonici di ampiezza "Si" in mezzo al rumore di ampiezza "Ni"



Con Si ed Ni s'intendono le ampiezze dei segnali "S" e dei rumori "N" all'ingresso del corr.

Idrofono per sistema ricevente

$$S_i / N_i = 1/4 = 0.25$$

-12 dB

Correlatore

Soglia di decisione



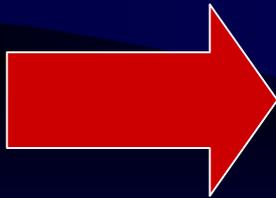
Variabili dovute alla
casualità di N_i

Priv = 80 %

Priv = 90 %

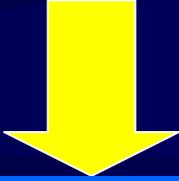
Pfa = 1 %

Pfa = 10 %



$$S_i / N_i = 1 / 10 = 0.1$$

-20 dB



Correlatore

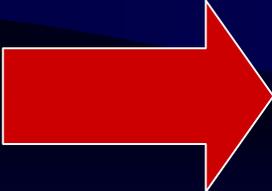


Soglia di decisione



soglia

Variabili dovute alla
casualità di N_i



Priv = 40 %

Priv = 60 %

Pfa = 20 %

Pfa = 30 %

La caratteristica peculiare di un correlatore è definita con la dizione:

differenziale di riconoscimento "Δ"

Il differenziale di riconoscimento è caratterizzato da tre variabili:

(S_i / N_i) | all'ingresso del correlatore

Priv. = X % | all'uscita del correlatore

Pfa. = y %

Il legame tra le variabili dipende da un caratteristico parametro probabilistico il "d" →

Il parametro probabilistico "d"

Il legame tra (S_i / N_i) e $(P_{riv.})$; $(P_{fa.})$ dipende dal parametro "d" secondo le due funzioni:

$$d = f(P_{riv}; P_{fa})$$

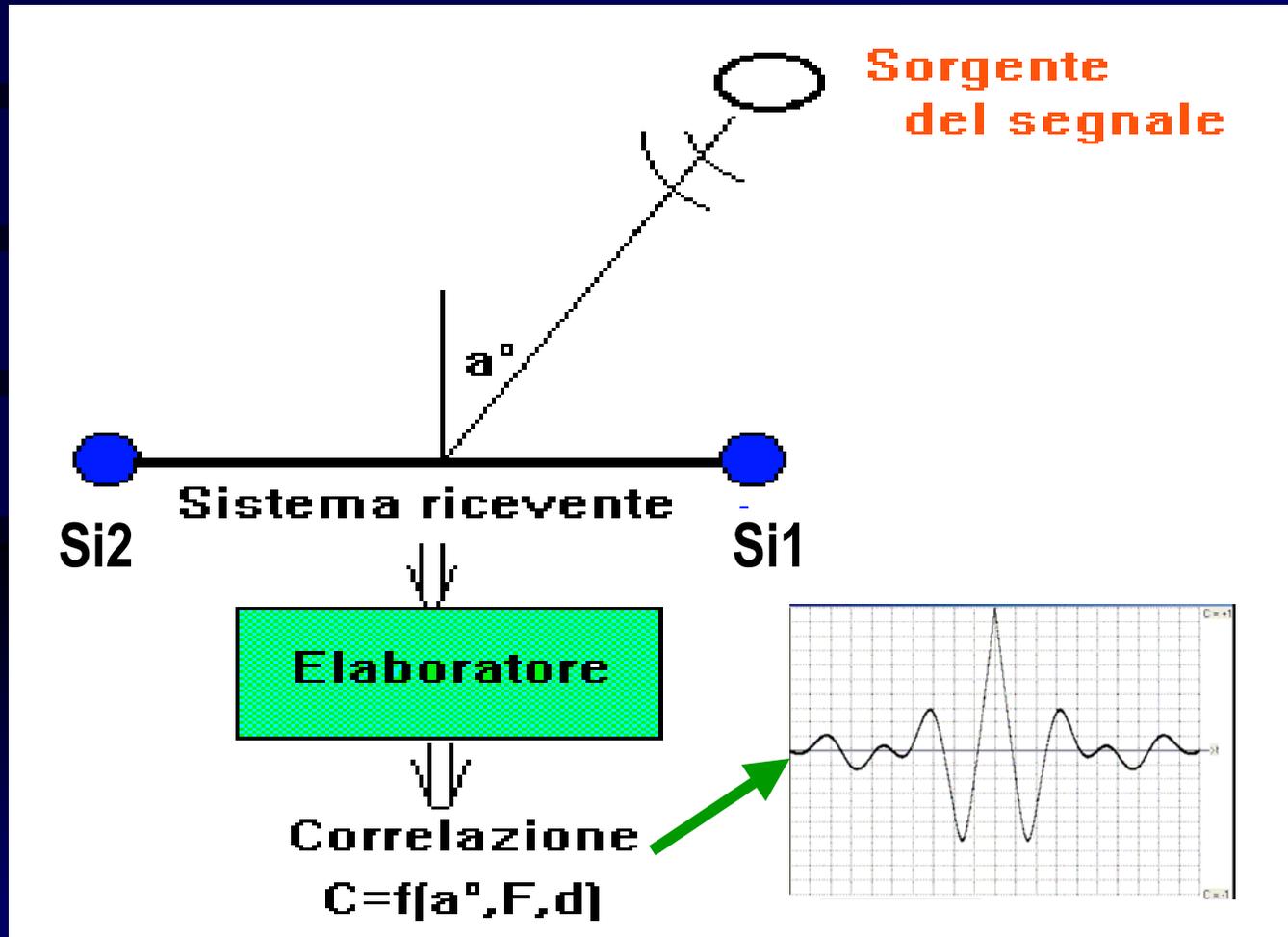
$$S_i/N_i = \left\{ d / [2 RC (f_2 - f_1)] \right\}^{1/4}$$

vedremo in seguito il fondamentale ruolo del "d" nel calcolo delle portate di scoperta del sonar

Ricevitore in correlazione

modello di riferimento per $S_i/N_i = \infty$

Come si vede, in assenza di rumore, $C(a^\circ)$ ha il massimo livello

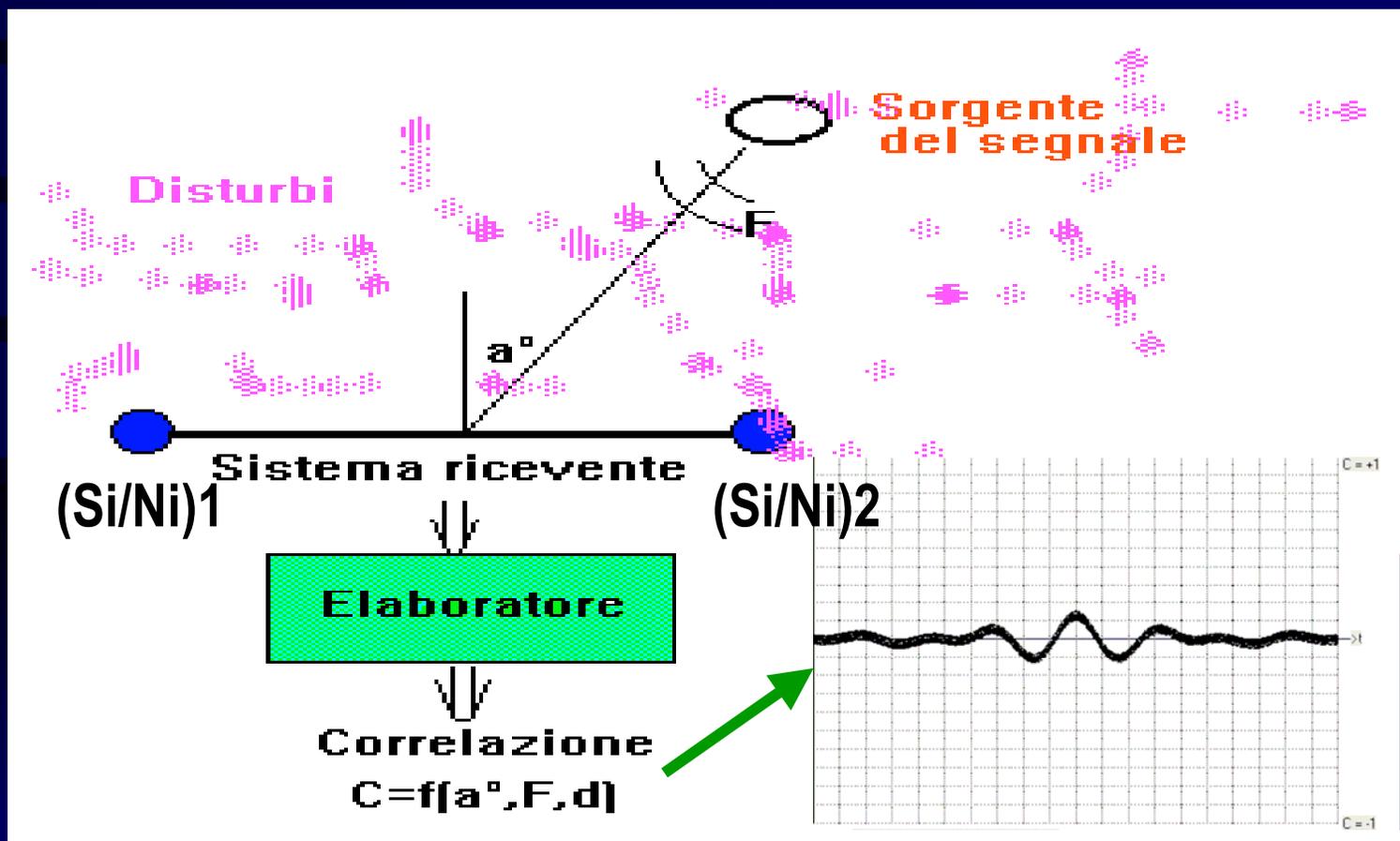


Ricevitore in correlazione

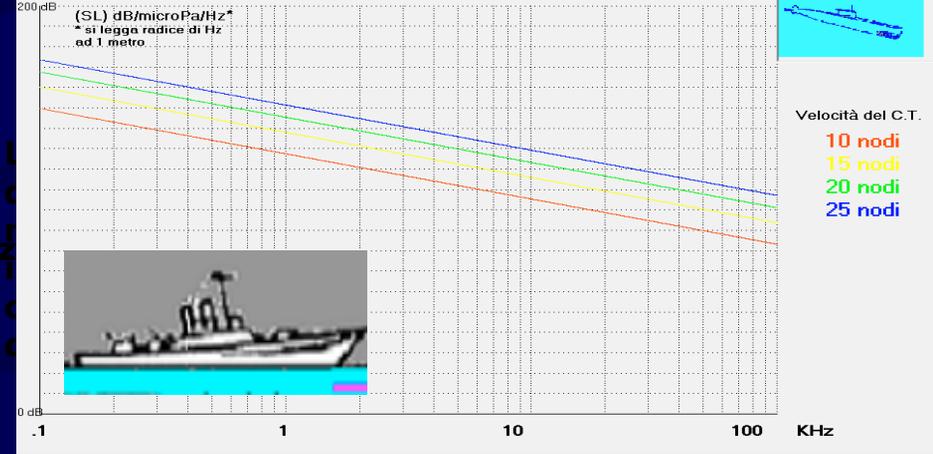
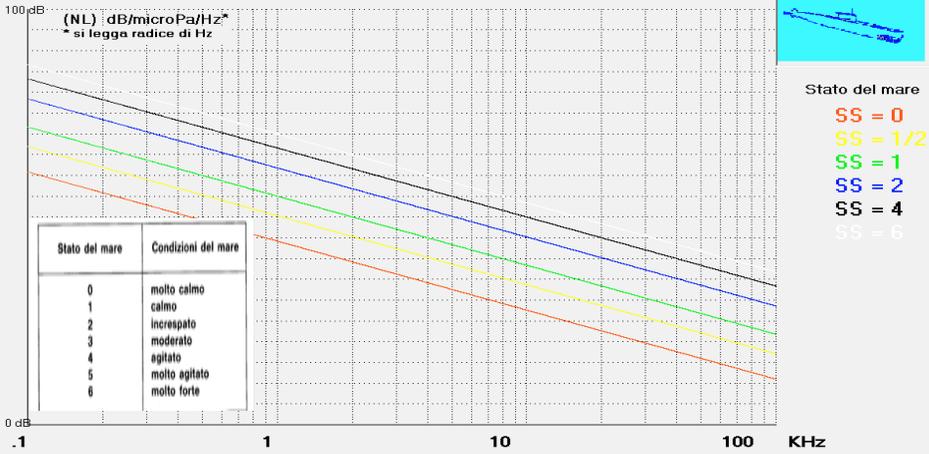
modello di riferimento per $S_i/N_i = 0.5$

-6 dB

Come si vede il massimo di $C(a^\circ)$ si riduce in presenza di rumore



Fine ant.



Dati per la frequenza di 10000 Hz in dB/ μ Pa/Hz

($1 \mu\text{Pa} = 10^{-8} \text{ gr} / \text{cmq}$)

SS = 2

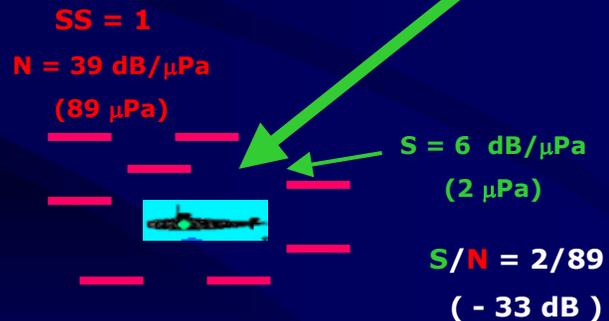
V = 15 nodi
(28 Km/h)



S = 116 dB/ μ Pa
(630 μ Pa)

R = 22 Km

Esame dei livelli del rumore dell'ambiente marino (ss = 1) comparati con il livello dei segnali emessi da un CT che naviga a 15 nodi alla distanza: R = 22 Km



2

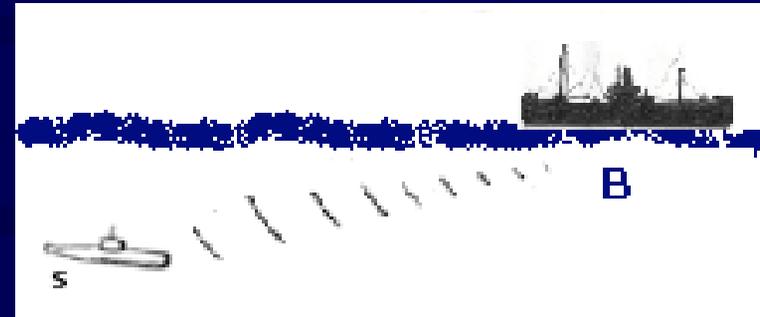
TL = 60 + 20 Log (R) + a R (prop. Sferica)

a = (0.1 fo ^ 2) / (1 + fo ^ 2) + (40 fo ^ 2) / (4100 + fo ^ 2) + (2.75 fo ^ 2) / 10000 (Thorps

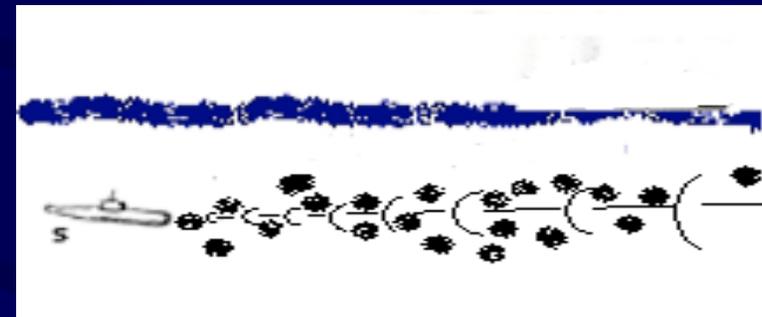


Osservazioni fondamentali sui segnali captati dal sonar

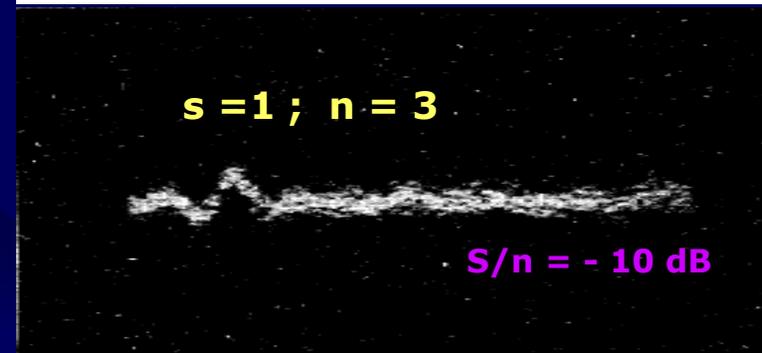
Se il bersaglio è relativamente vicino l'operatore può stabilirne la posizione mediante l'ascolto del rumore irradiato



Se il bersaglio è molto lontano il rumore del bersaglio è mascherato dal rumore del mare e l'operatore non riesce più a discriminarlo; la scoperta è affidata a rilievi strumentali



I rilievi sono basati sulle **funzioni di correlazione** che consentono di scoprire un bersaglio anche quando il suo segnale è inferiore al rumore del mare

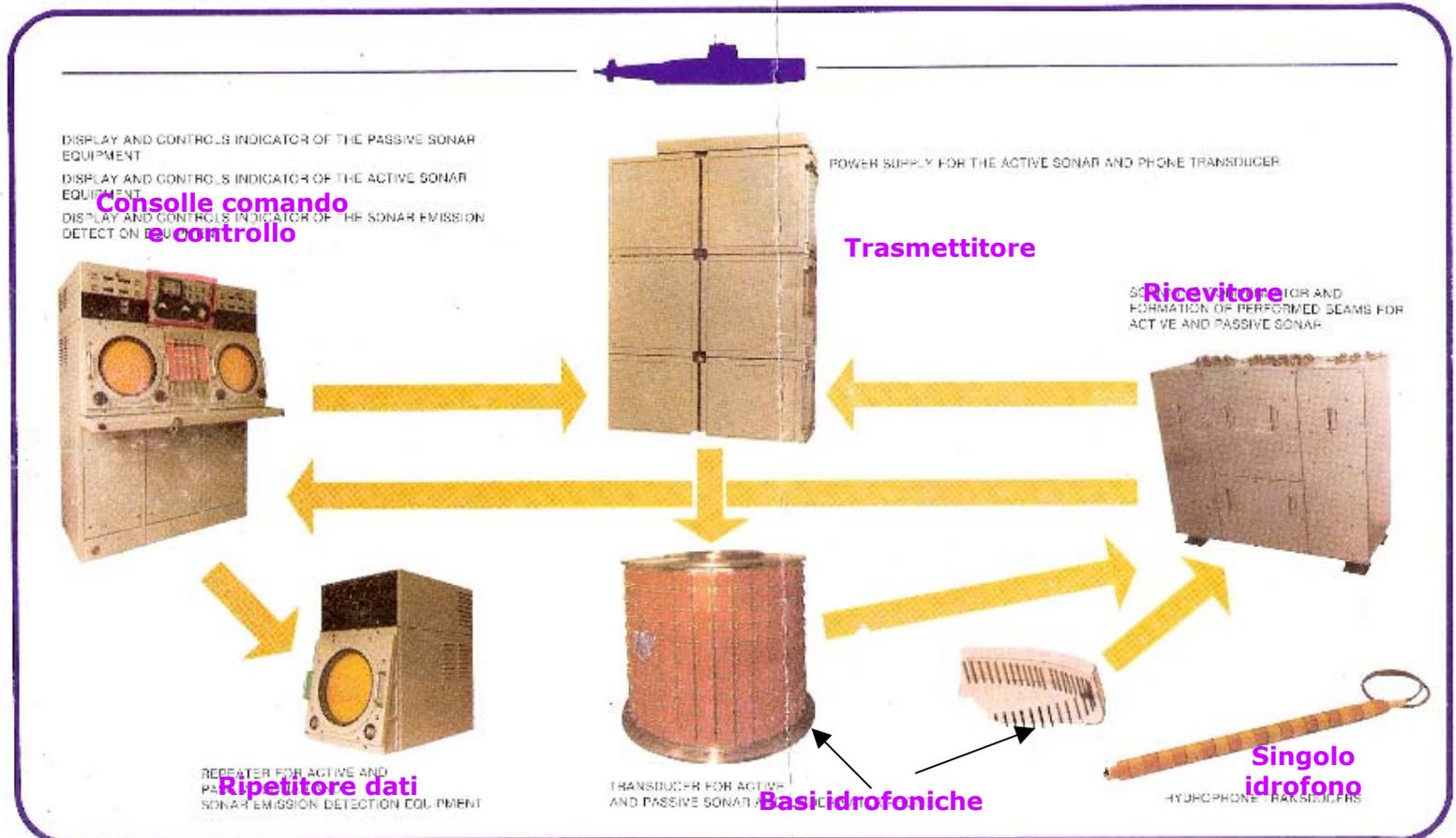




Il primo sonar italiano con rivelatori in correlazione USEA / SELENIA - 1970 -smg CIs Sauro-

Vid

IP 70 integrated sonar system



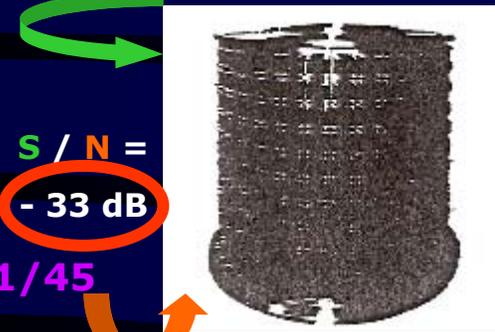
to
si
ci,

Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Rapporti Si/Ni su canale di scoperta subacquea passiva G tot. = 46 dB (200 volte)

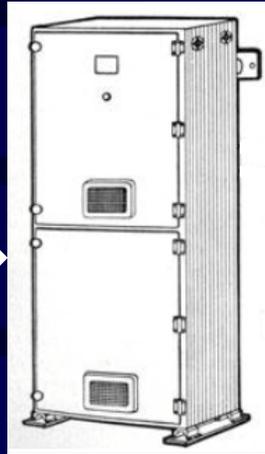
Propagaz. sferica

S (CT a 15 kn.) R = 22 km
a 10 KHz: + 6 db/μPa/Hz



S / N =
- 33 dB

1/45

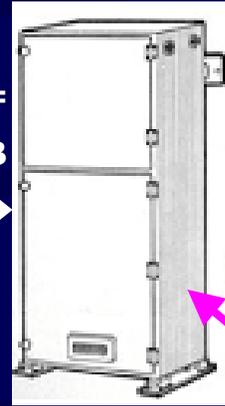


Cofano preampl.
formatore fasci

Differenziale di riconoscimento

S / N =
- 13 dB

1/5



Cofano elaborazione fasci
in correlazione

varianza

Su / Nu =
+ 13 dB

4.5/1

Priv. = 90%
Pfa. = 5%



Dati impostati:

Δf ric = 2000 Hz

Tempo d'integraz. = 1 Sec

Si = 1

Ni = 45

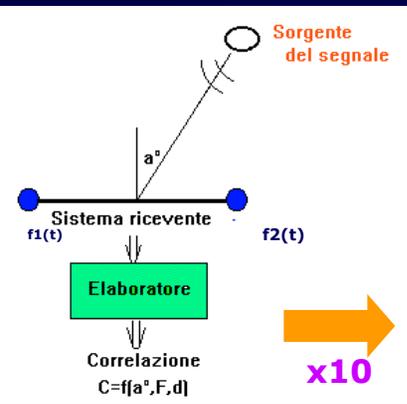
$$Su/Nu = 20 \text{ Log} \left[(Si/Ni)^2 \sqrt{4RC\Delta F} \right] = 13 \text{ dB}$$

Su = 4.5 Nu = 1

N (ss 1) a 10KHz G base = 23 dB
+ 39 dB/μPa/Hz 1/2 base = 23 - 3
= (20 dB)

Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

L'integrale generale dal quale discendono tutti gli algoritmi di correlazione



P12

$$C(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} (1/T) \int_0^T f_1(t) f_2(t + \tau) dt$$

Cancella disturbo



Schema a blocchi



Algoritmi funzioni

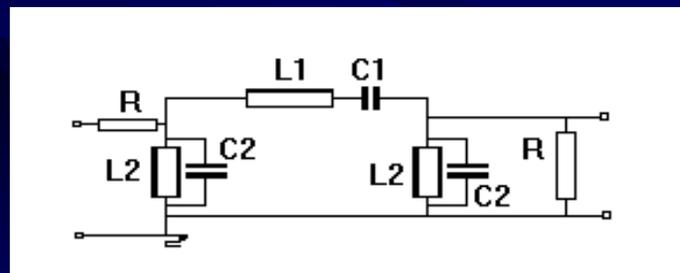
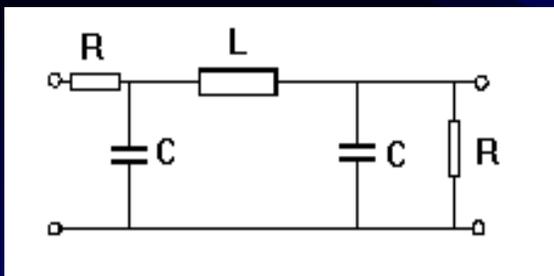


Algoritmi disturbi



Grafici

e i filtri di precorrelazione che caratterizzano le bande di frequenza dei segnali $f_1(t)$ e $f_2(t)$:



La cancellazione del disturbo

$f_1(t)$

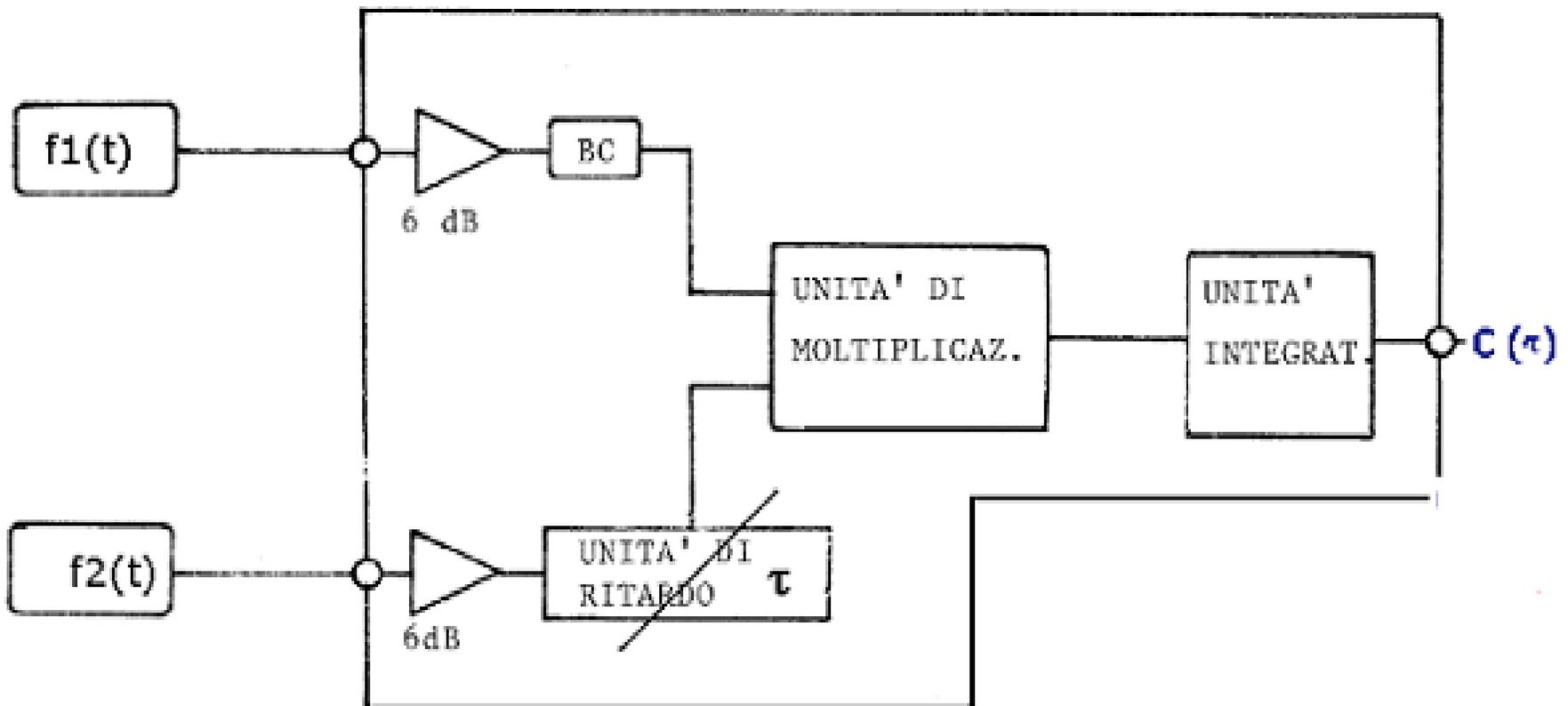
$f_2(t + \tau)$

$$\varphi_{ns}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T [S(t) + N(t)] [S(t + \tau) + N(t + \tau)] dt$$

**Svolgendo questo integrale
si dimostra che per $T \rightarrow \infty$ il
disturbo si cancella**

A

Schema a blocchi di un correlatore analogico



Sviluppi su P12 del sito

$$C(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} (1/T) \int_0^T f(t) f(t + \tau) dt$$

integrale generale

dall'integrale generale discendono la 1) e la 2)

$$1) \quad C(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} (1/T) \int_0^T A \cos \omega t \cdot A \cos \omega(t + \tau) dt = (A^2/2) \cos(\omega\tau)$$

$$2) \quad C(\tau) = \int_{f_1}^{f_2} \cos(2\pi f \tau) df = C(\tau) = \frac{\text{Sen } \pi\tau (f_2 - f_1)}{\pi\tau (f_2 - f_1)} \cos \pi\tau (f_2 + f_1)$$

$$C(\tau)_x = 2/\pi \text{ Arcsen } C(\tau)$$

funzione di Van Vleck

dalla funzione di Van Vleck discende la 3)

$$3) \quad C(\tau)_x = 2/\pi \text{ Arcsen} \left[\frac{\text{Sen } \pi\tau (f_2 - f_1)}{\pi\tau (f_2 - f_1)} \cos \pi\tau (f_2 + f_1) \right]$$

C

Il rumore nella correlazione analogica

$$C(\tau) = Si^2 \frac{\text{Sen}(6.28 DF \tau)}{(6.28 DF \tau)} \text{Cos} (6.28 Fo \tau)$$

$$Fo = \frac{F2+F1}{2} \quad DF = \frac{F2-F1}{2}$$

$$Nu = \sqrt{\frac{(Si^2 + Ni^2)^2 + (Si^2)^2}{4 R C (F2-F1)}} \quad Su/Nu = (Si/Ni)^2 \sqrt{4 R C (F2-F1)}$$

varianza

Il rumore nella correlazione digitale

$$C(0) = \frac{1}{3.14} \text{Arcsen} \left\{ \frac{1}{1+(Ni/Si)^2} \right\}$$

$$Nu = \frac{1}{3.14 \sqrt{(6/7) 4 R C (F2-F1)}}$$

$$Su/Nu = (Si/Ni)^2 \sqrt{(6/7) 4 R C (F2-F1)}$$

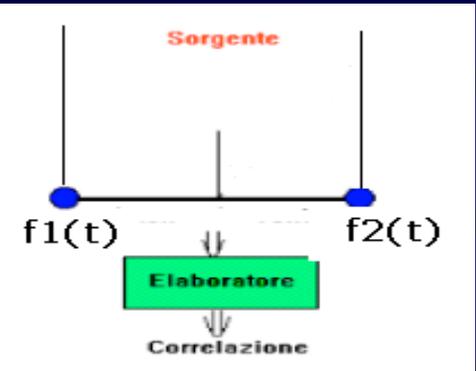
varianza

$$d \cong 2(F2-F1) R C (Si/Ni)^4$$

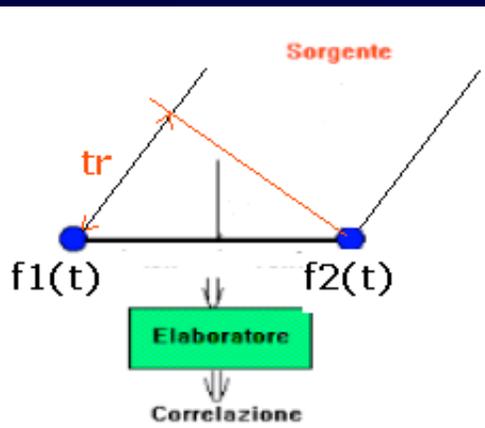
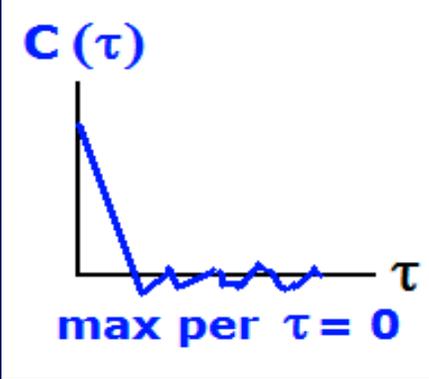
$$(Si/Ni)_{dB} = 20 \log \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\text{Sen}[3.14 C(0) \times 1,2 / \text{Val.}]^{-1}}}}$$

D

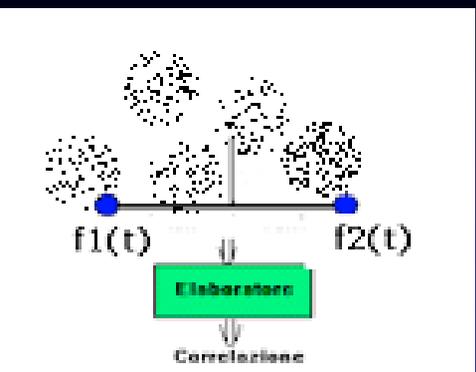
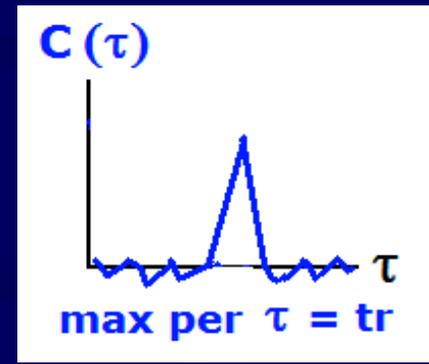
Con l'integrale generale si definisce la funzione di correlazione $C(\tau)$ dipendente dai segnali idrofonicici $f_1(t)$ e $f_2(t)$.



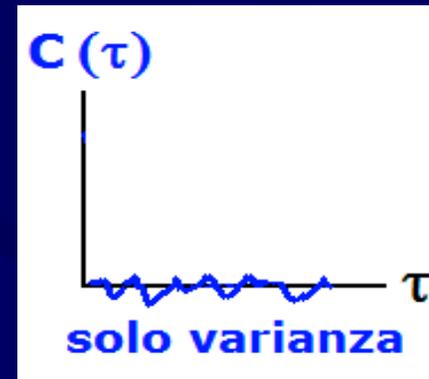
Se i due segnali $f_1(t)$ e $f_2(t)$ arrivano contemporaneamente sulla base il massimo di $C(\tau)$ si troverà per $\tau = 0$;



Se $f_2(t)$ colpisce la base per primo e $f_1(t)$ dopo il tempo "tr" $f_2(t)$ deve essere ritardato di un tempo tr ed il massimo si troverà per $\tau = tr$

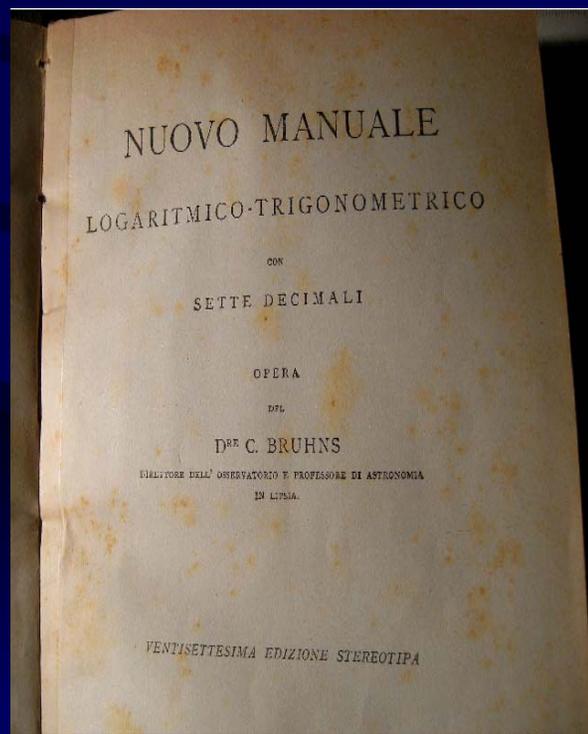
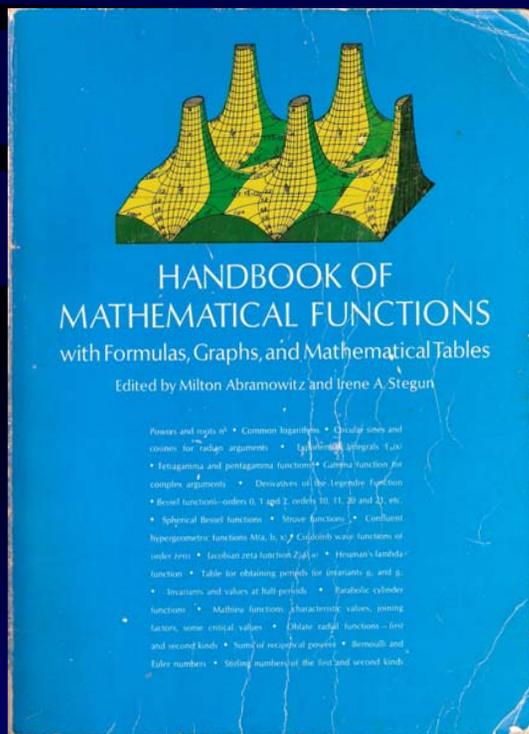
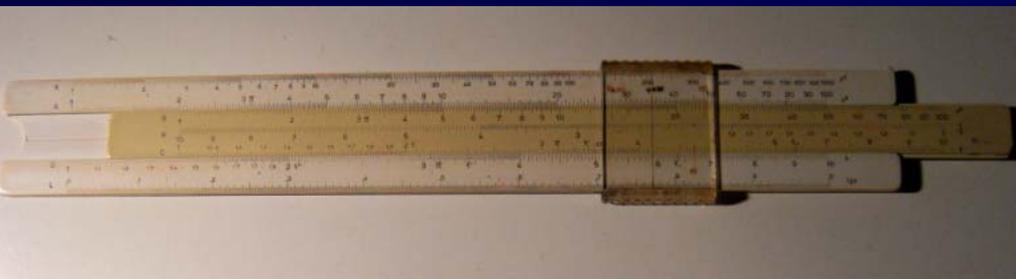


Se $f_1(t)$ e $f_2(t)$ sono generati da rumori casuali del mare la $C(\tau)$ sarà a livello zero con sola varianza



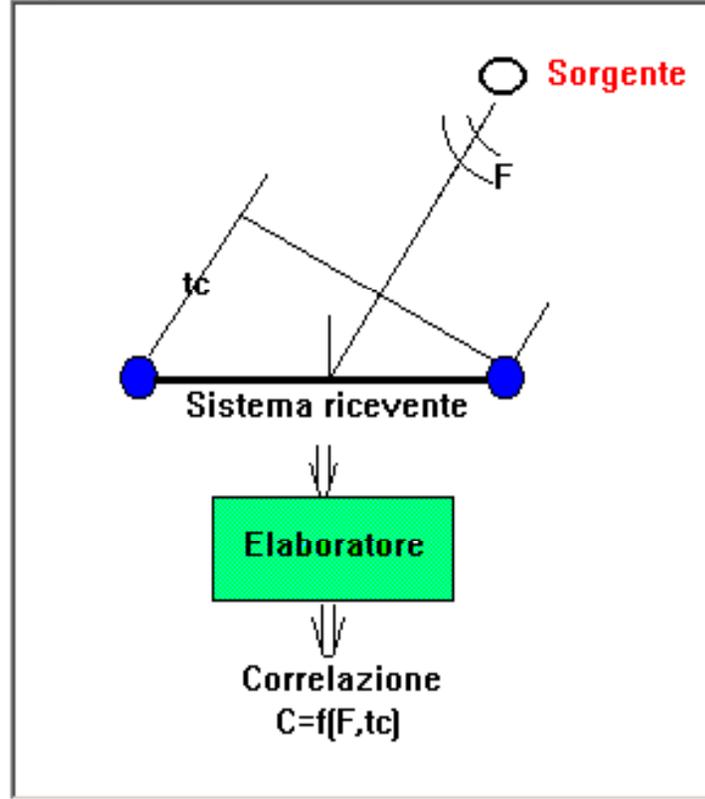
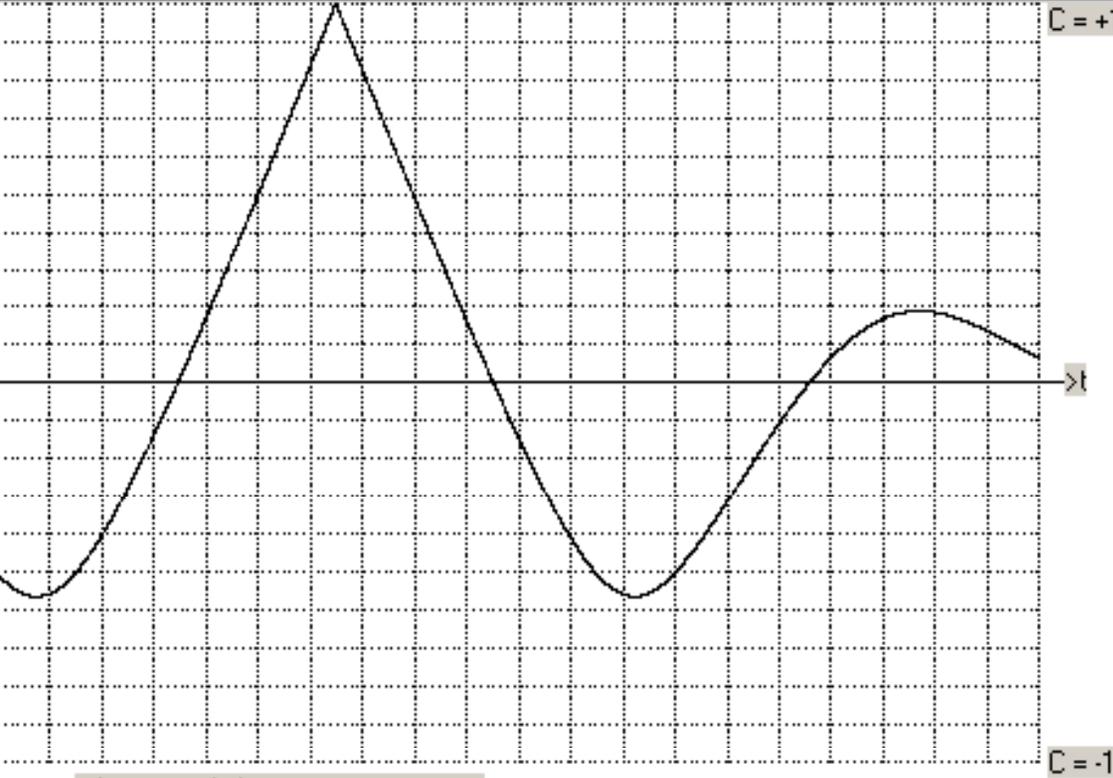
E

Gli strumenti di calcolo all'inizio degli studi sulla correlazione



Sui nuovi mezzi di calcolo

PROCESSI DI CORRELAZIONE



Ingresso dati

F1 (Hz)

F2 (Hz)

F scala (microS.)

tc (microS.)

Dato5

Dato6

Dato7

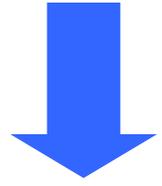
SELEZIONE PROCESSO

DIG. C = f(F1,F2,tc)

Convalida dati

Compara grafici

Calcolo



Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Tipologia dei processi di **correlazione** con schemi a blocchi:

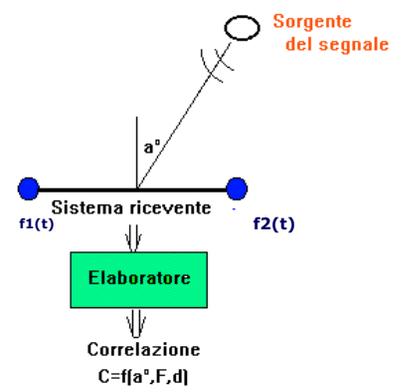
Correlazione analogica: prodotto tra due segnali analogici ed integrazione nel tempo

Correlazione digitale: EXNOR tra due segnali limitati in ampiezza ed integrazione nel tempo

Correlazione Hdigitale: la trasformata di HILBERT

Correlazione FALCON: ricorso a matrice dati per n coppie contemporanee di segnali limitati in ampiezza ed integrazione nel tempo (fasci preformati)

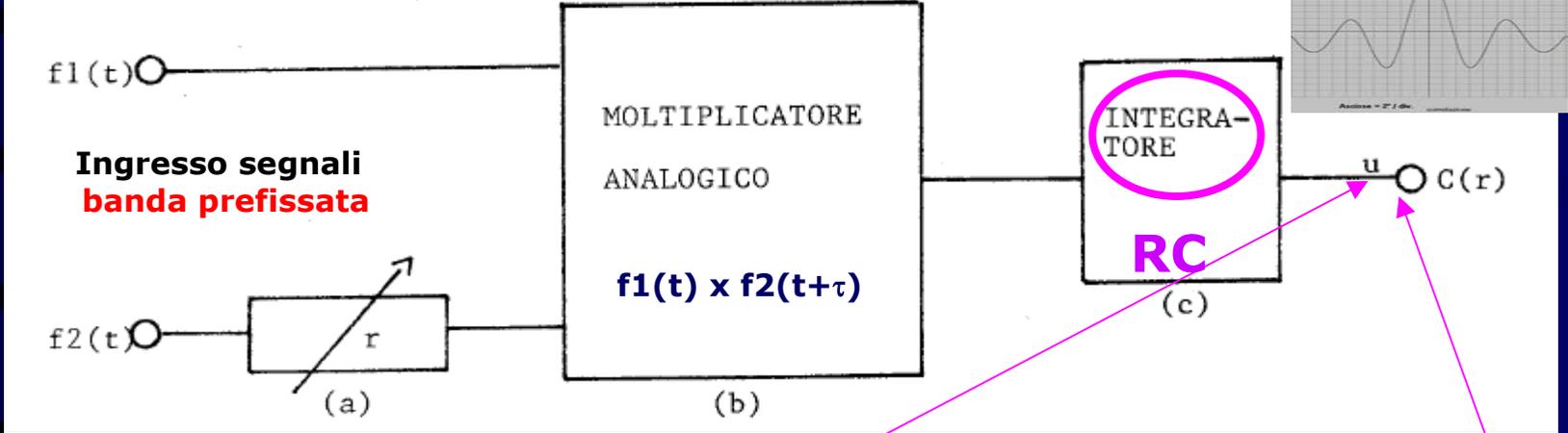
Correlazione multipla: banchi di correlatori digitali
(fasci preformati)



Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Il correlatore analogico

Correlazione incrociata



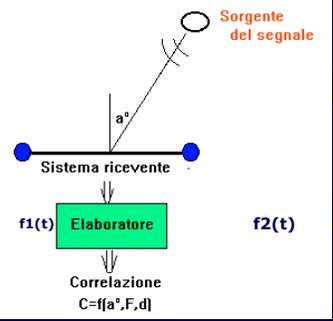
$$C(r)_{1,2} = \frac{\text{Sen}(6.28 DF r)}{(6.28 DF r)} \text{Cos} (6.28 Fo r)$$

$$Nu = \sqrt{\frac{(\text{Si}^2 + \text{Ni}^2)^2 + (\text{Si}^2)^2}{4 R C (F2-F1)}}$$

$$Fo = \frac{F2+F1}{2} \quad DF = \frac{F2-F1}{2}$$

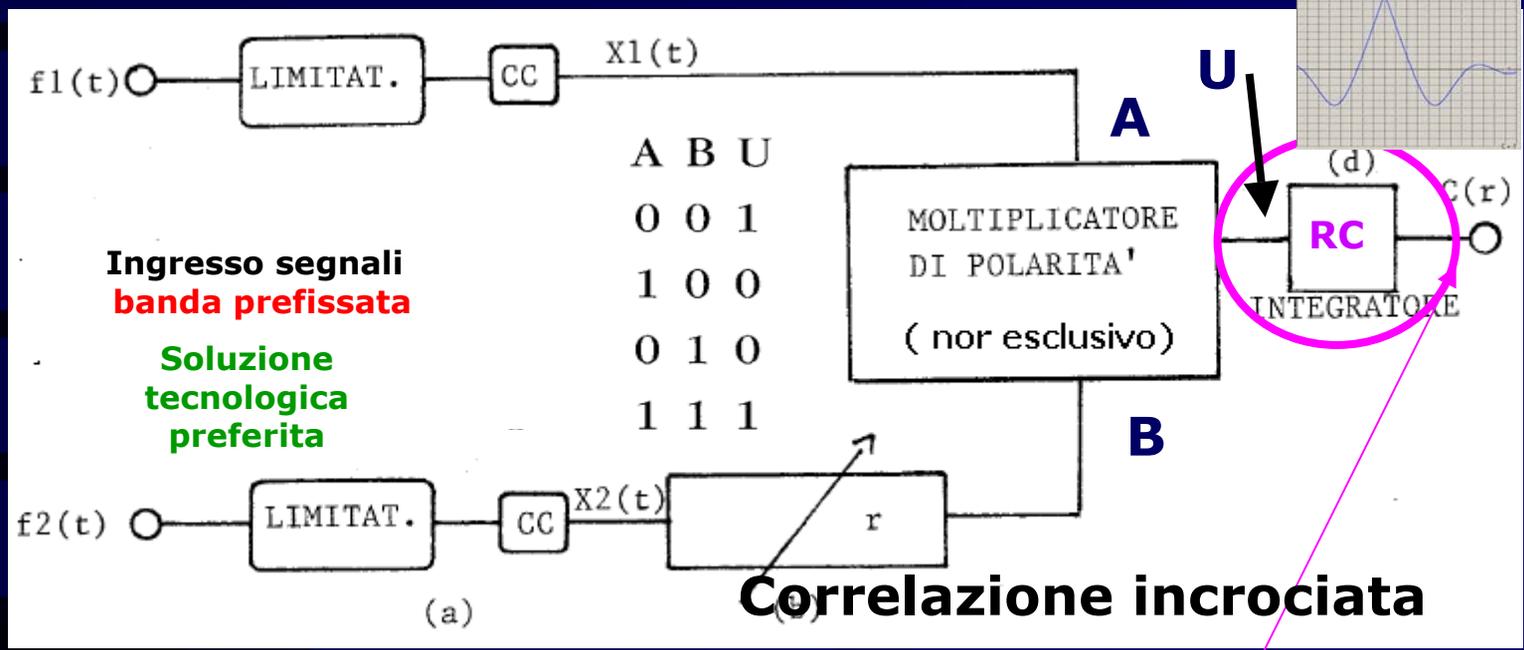
varianza

Sorgente del segnale



Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Il correlatore digitale



$$C(r)_{1,2} = \frac{1}{3.14} \text{Arcsen} \left\{ \frac{1}{[1 + (N_i/S_i)^2]} \left[\frac{\text{Sen}(6.28 DF r)}{(6.28 DF r)} \text{Cos}(6.28 F_o r) \right] \right\}$$

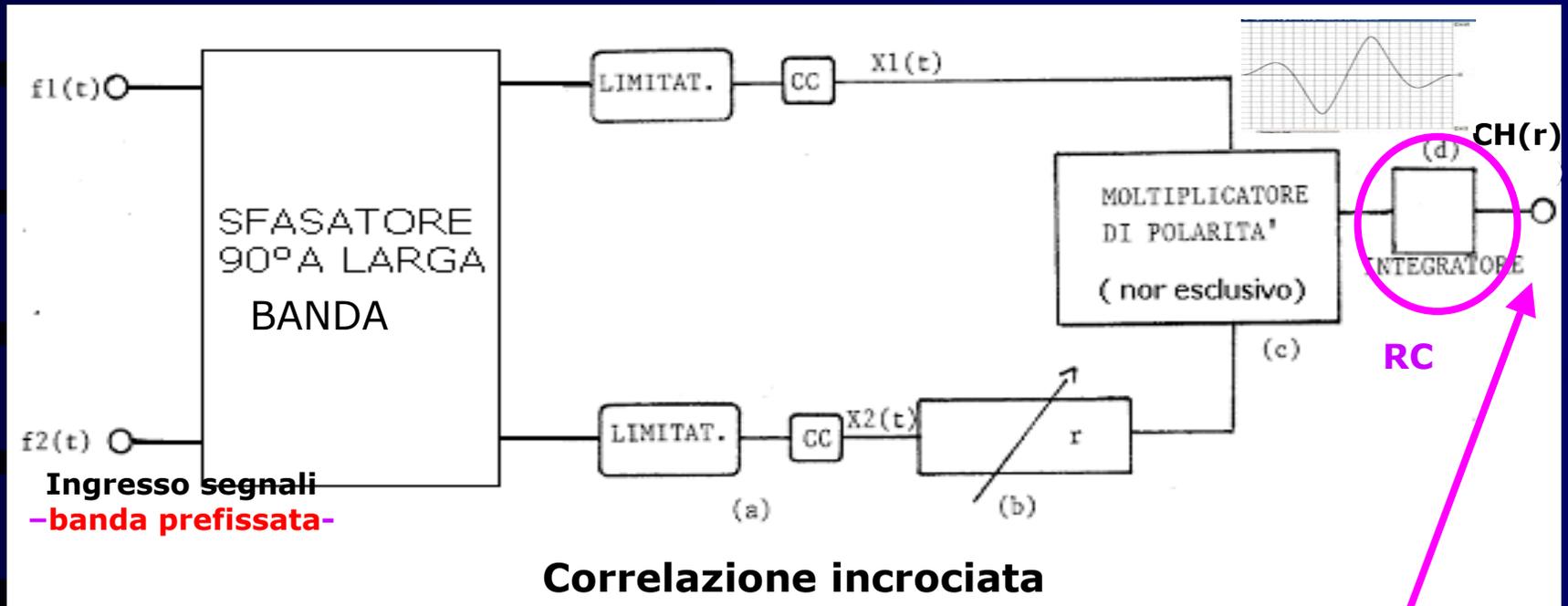
$$F_o = \frac{F_2 + F_1}{2} \quad DF = \frac{F_2 - F_1}{2}$$

$$Nu = \frac{1}{3.14 \sqrt{(6/7) 4 R C (F_2 - F_1)}}$$

varianza

Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Il correlatore Hdigitale: trasf. HILBERT



$$CH(r)_{1,2} = \frac{1}{3.14} \text{Arcsen} \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 + (N_i/S_i)^2}} \left[\frac{\text{Sen}(6.28 DF r)}{(6.28 DF r)} \text{Sen}(6.28 F_0 r) \right] \right\}$$

$$F_0 = \frac{F_2 + F_1}{2} \quad DF = \frac{F_2 - F_1}{2}$$

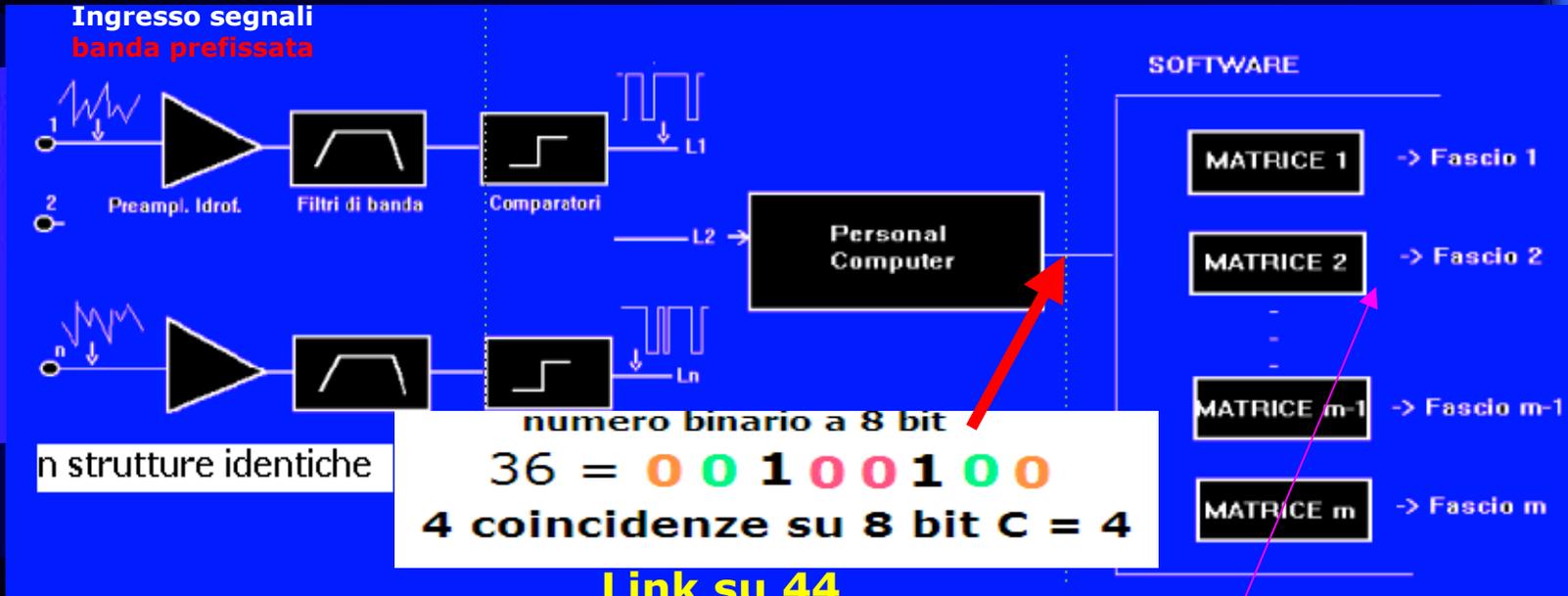
$$Nu = \frac{1}{3.14 \sqrt{(6/7) 4 R C (F_2 - F_1)}}$$

varianza

Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

La correlazione FALCON

Sistema a fasci preformati



$$C(r)_{1,2} = \frac{1}{3.14} \text{Arcsen} \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 + (N_i/S_i)^2}} \left[\frac{\text{Sen}(6.28 DF r)}{(6.28 DF r)} \text{Cos}(6.28 F_0 r) \right] \right\}$$

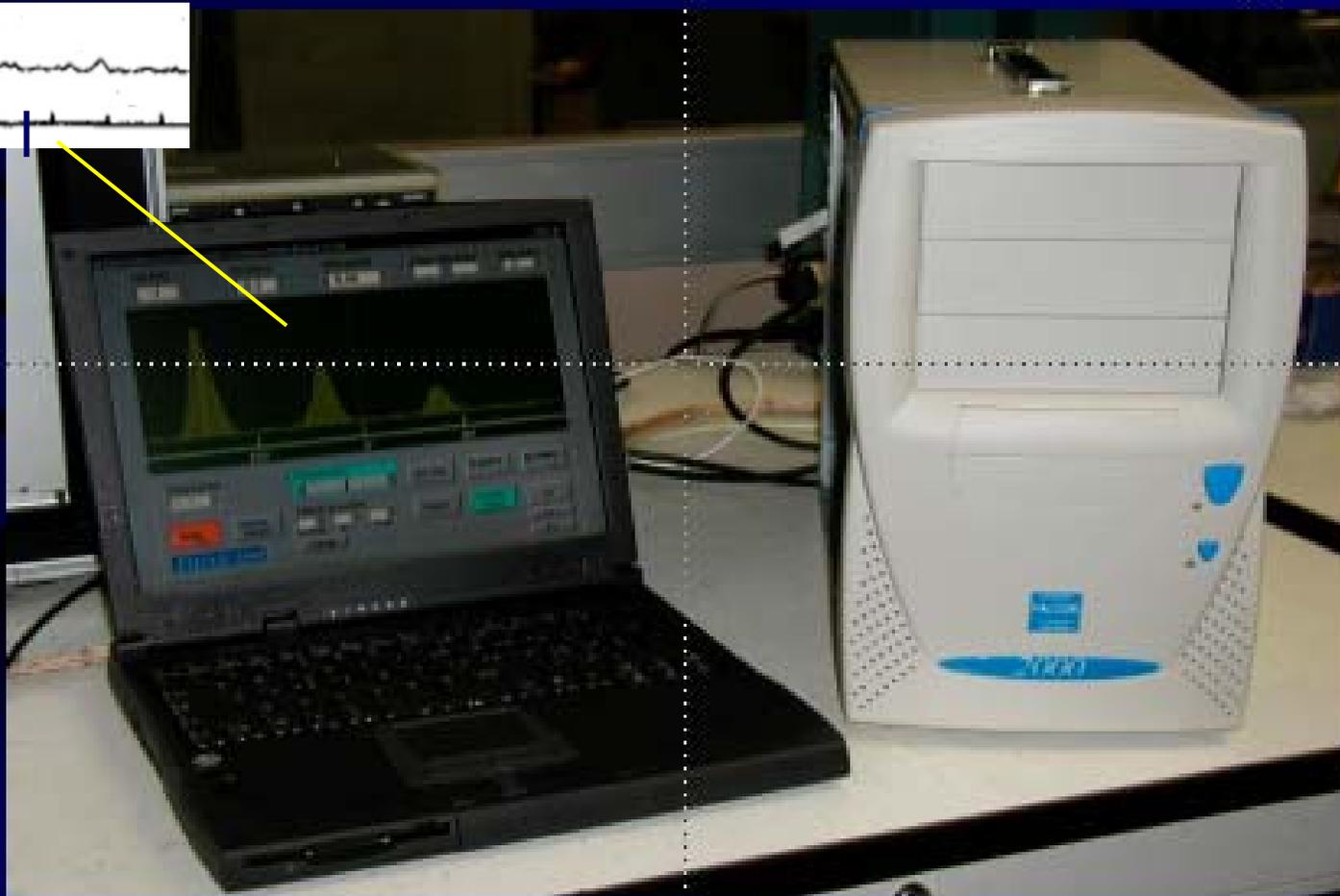
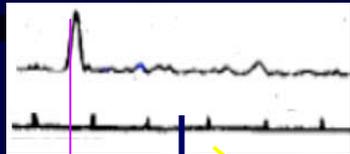
Valida per ciascun fascio

$$F_0 = \frac{F_2 + F_1}{2} \quad DF = \frac{F_2 - F_1}{2}$$

Correlazione FALCON

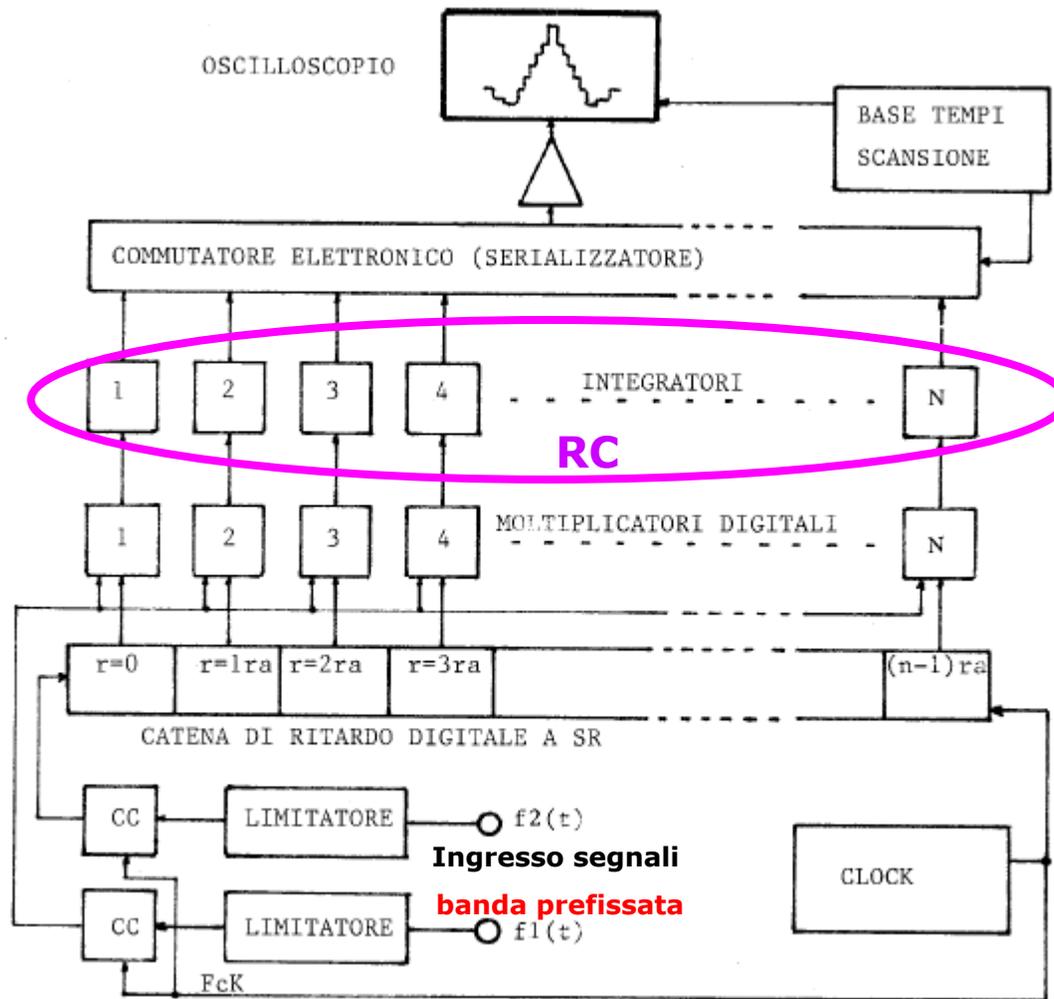
- sonar d' emergenza -

Sviluppato presso Marinarsen La Spezia -2002-



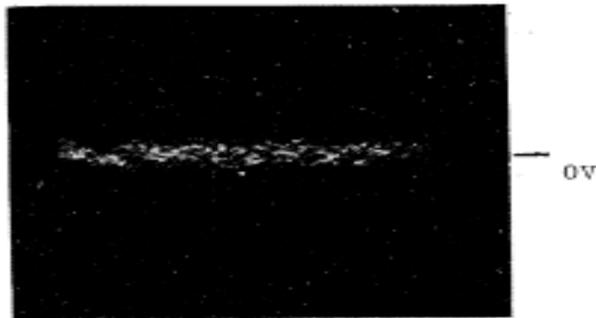
Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

La formazione dei fasci preformati tramite la **correlazione** multipla con banchi di correlatori digitali



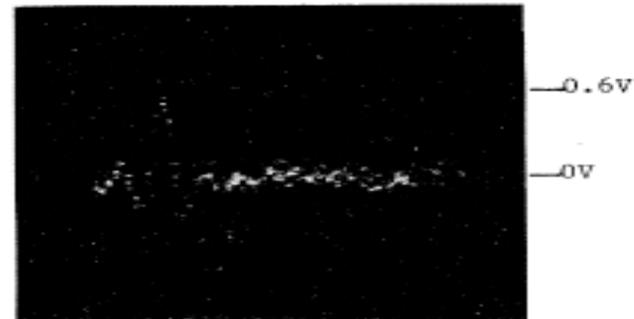
Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Rilevi oscilloscopici all'uscita di un sistema di **correlazione** digitale multiplo



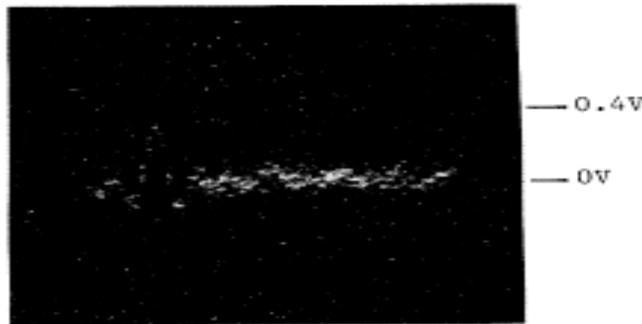
FOTOGRAFIA 0

Solo rumore



FOTOGRAFIA 1

Si/Ni = -8dB



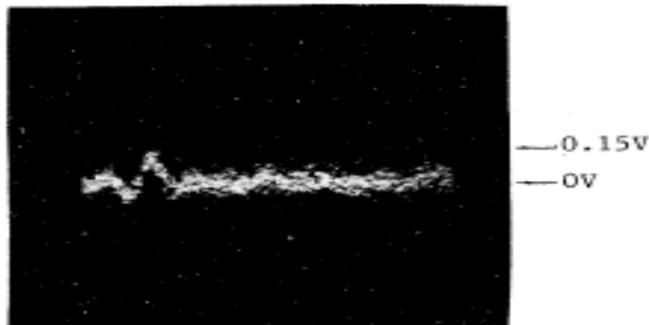
FOTOGRAFIA 2

Si/Ni = -10dB



FOTOGRAFIA 3

Si/Ni = -12dB



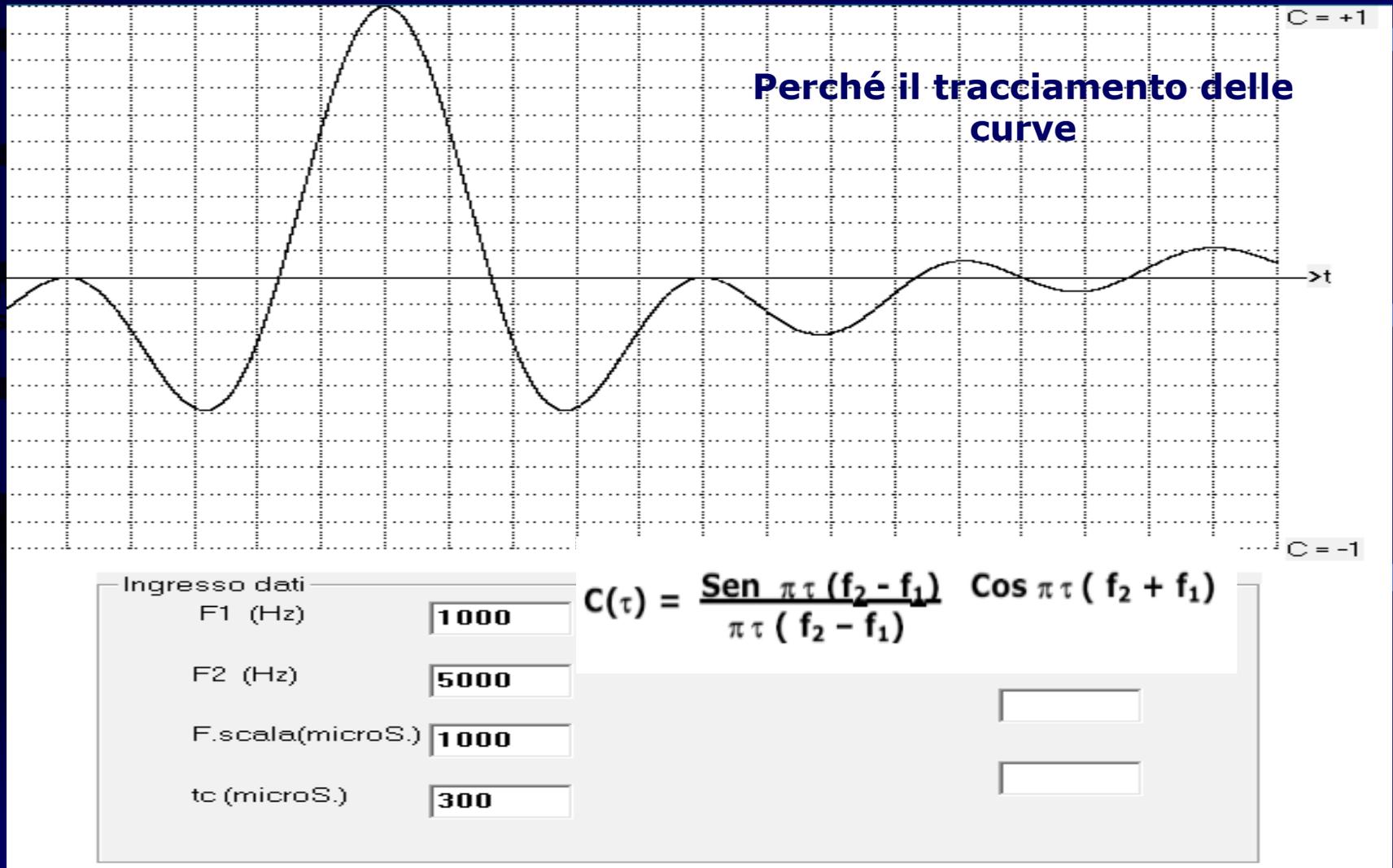
FOTOGRAFIA 4

Si/Ni = -14dB

N.B. Le fotografie non hanno tutte la stessa scala sull'asse y; i raffronti devono essere fatti soltanto in base ai valori delle tensioni indicate su ciascuna.

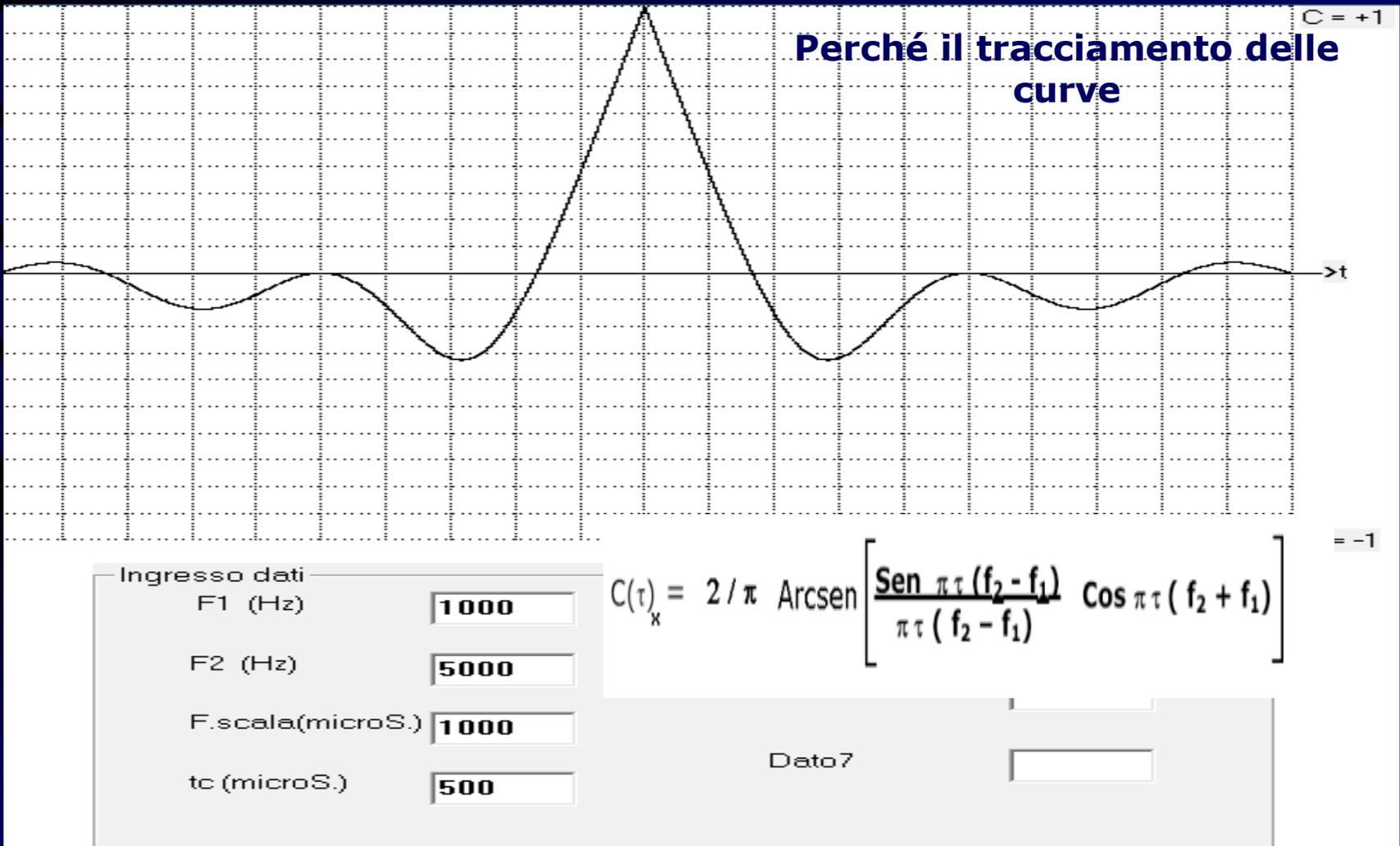
Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Correlazione analogica – curva teorica per $S/N = \infty$



Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

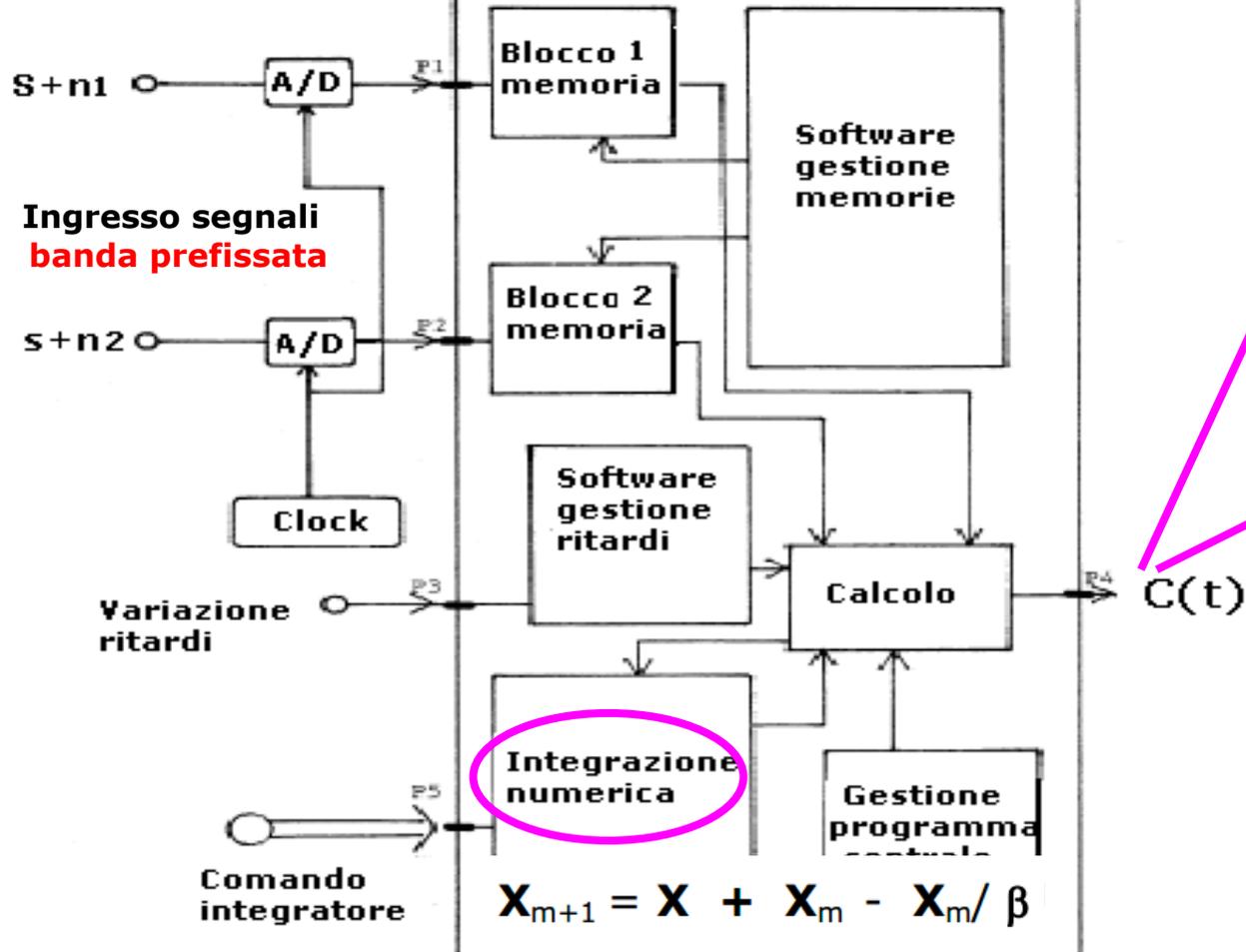
Correlazione digitale – curva teorica per $S/N = \infty$



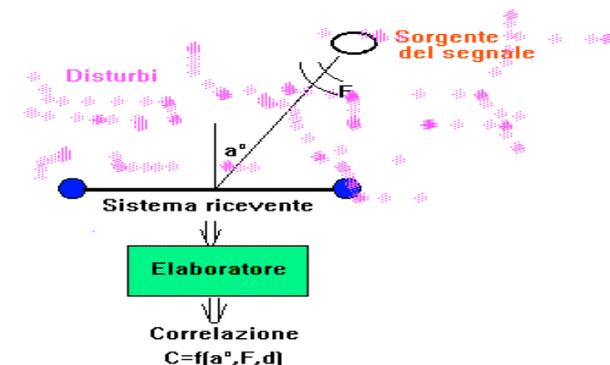
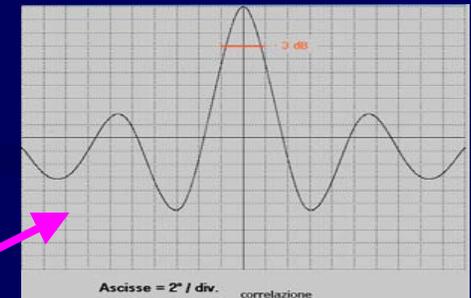
Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Correlatore: Soluzione software – blocchi funzionali -

Funzione di correlazione incrociata



$$C(\tau) = \int_0^{T_0} f_1(t) f_2(t + \tau) dt$$



Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Correlazione: Soluzione software – via analitica -

OSSERVAZIONE:

La campionatura dei segnali secondo F_c , pur soddisfacendo il criterio di Nyquist, difficilmente consente la rimessa in coerenza degli stessi a causa dei minimi ritardi richiesti $\tau \ll (1 / F_c)$.

Il problema è risolvibile mediante la tecnica dei campioni ausiliari inseriti ad arte negli intervalli di tempo $\Delta = (1 / F_c)$; diverse teorie, molto complesse, sono state sviluppate per affrontare questo tema.

In base alla relazione di Wiener

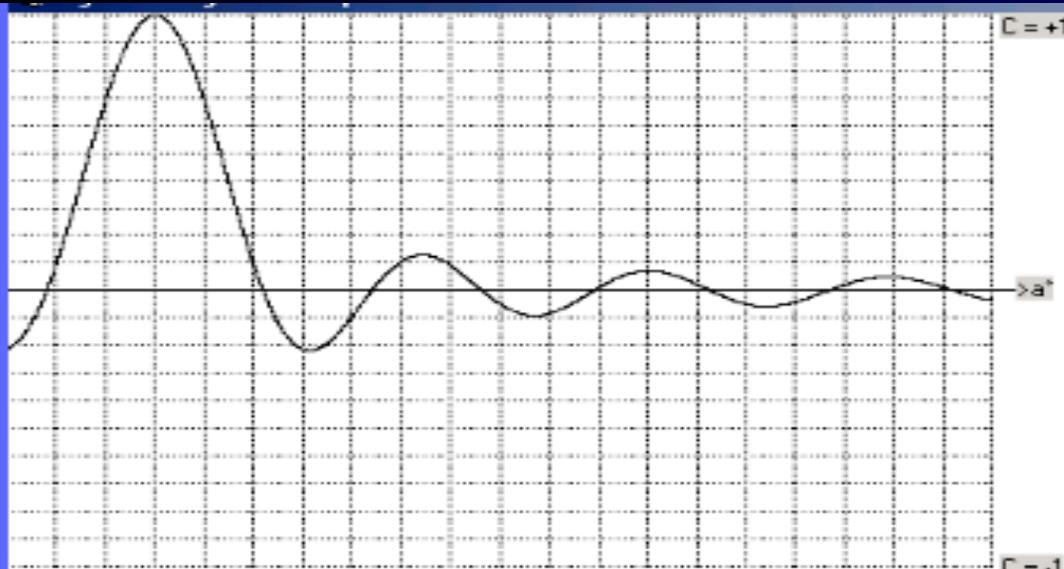
$$c(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(\omega) \cos(\omega t) d\omega$$

dove la $G(\omega)$, funzione dello spettro del segnale, può essere calcolata con routine per FFT nel contesto di algoritmi di calcolo per la formazione fasci del sonar

Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Il calcolo delle funzioni di correlazione

-sostituiscono le caratteristiche di direttività-



Ingresso dati

F (Hz)	<input type="text" value="1000"/>
Fondo scala (a°)	<input type="text" value="40"/>
BRQ (b°)	<input type="text" value="6"/>
Base d(mt)	<input type="text" value="10"/>
Dato5	<input type="text"/>
Dato6	<input type="text"/>
Dato7	<input type="text"/>

SELEZIONE PROCESSO

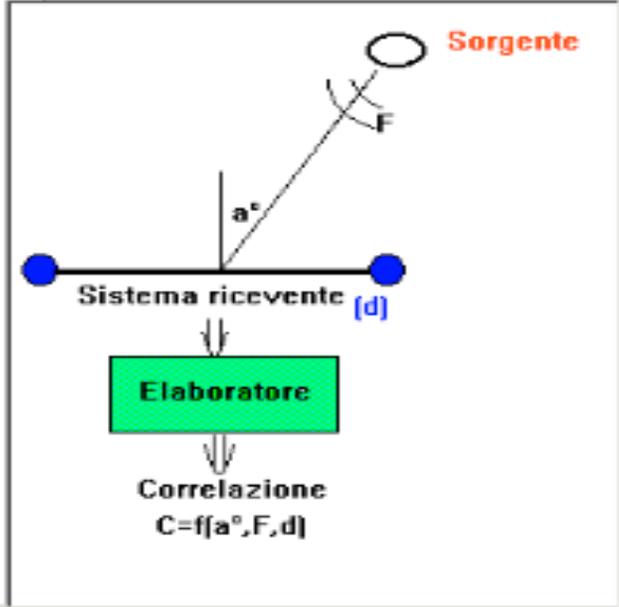
ANAL. C = f(F,b°,d)

Convalida dati

Calcolo

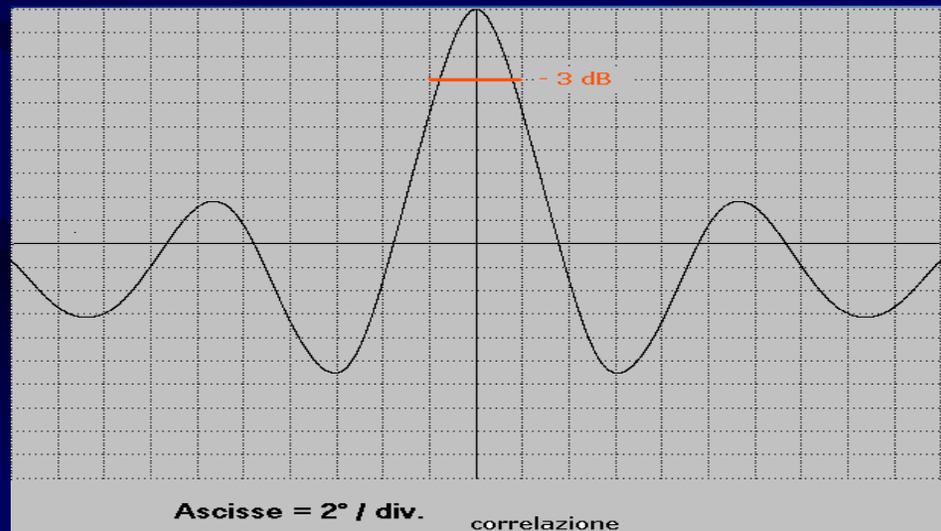
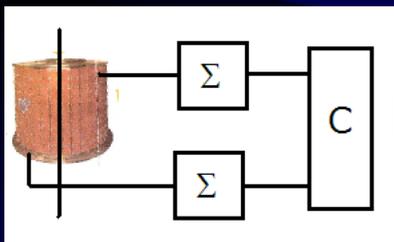
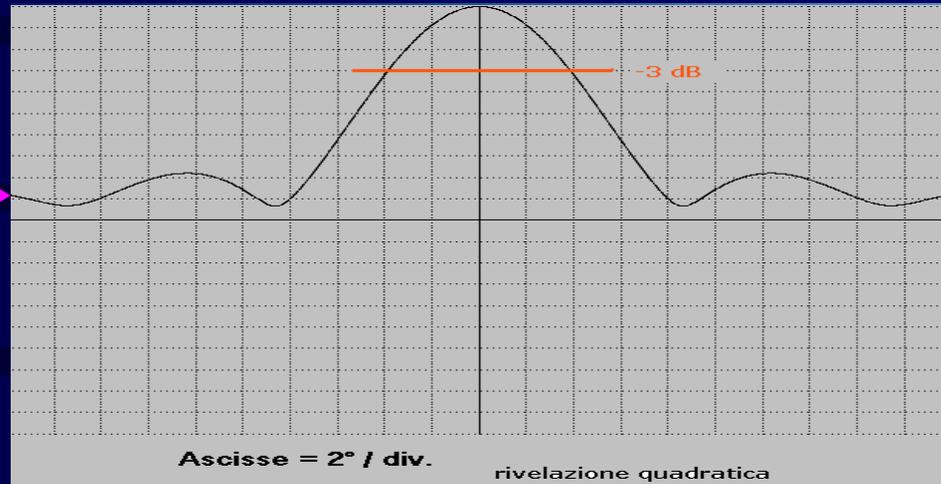
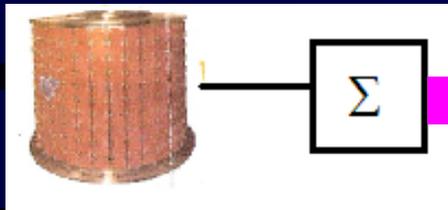
Compara grafici

PROCESSI DI CORRELAZIONE



Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

- Variazione del lobo di direttività -

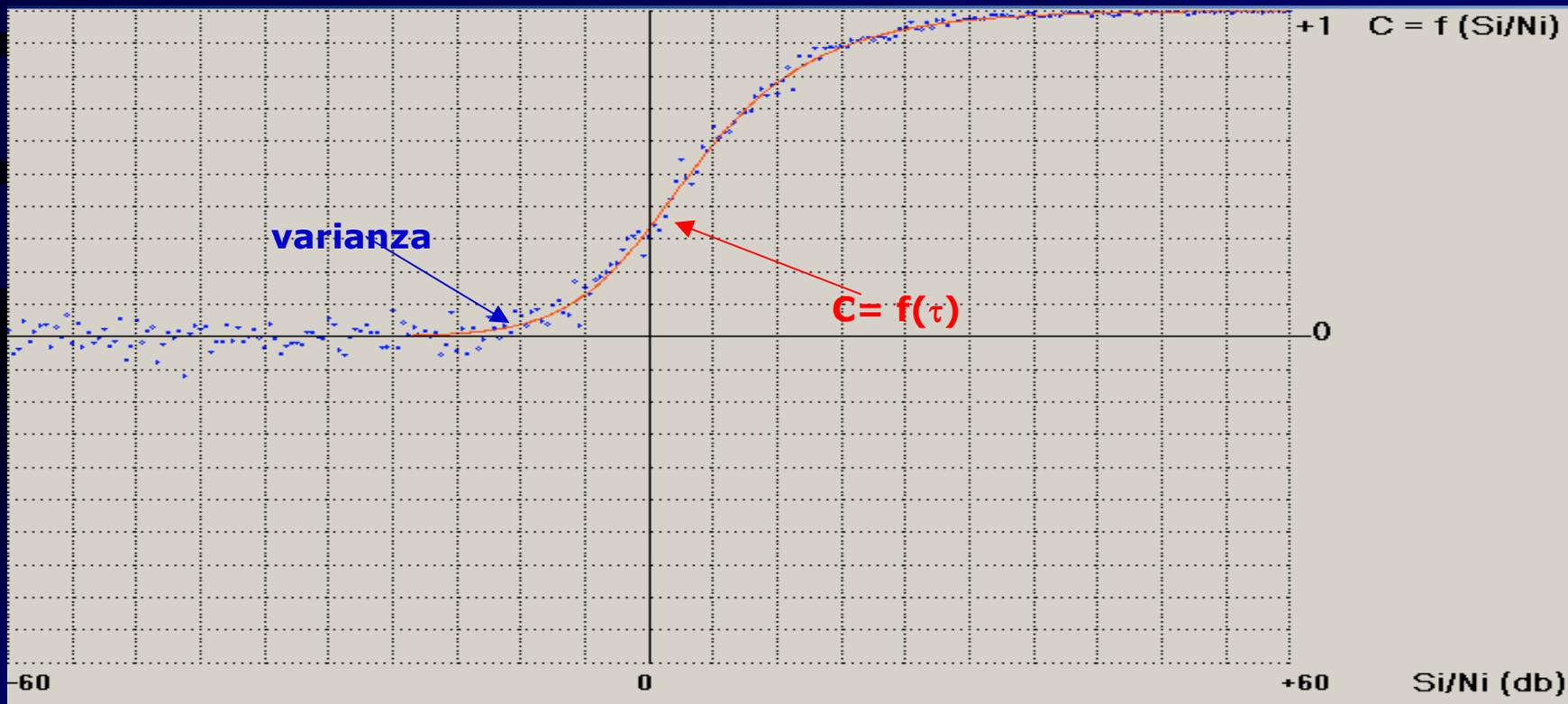


Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Lo studio del comportamento delle funzioni di correlazione digitali

Come varia il massimo della funzione di correlazione $C(\tau)$ in dipendenza del rapporto segnale \disturbo

- teorico, sperimentale statico -

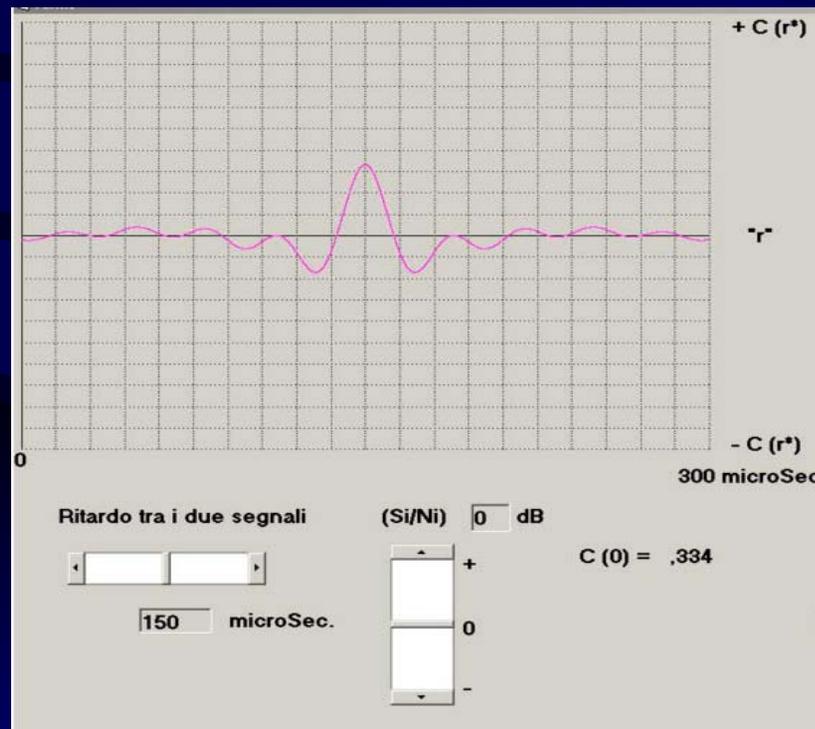


Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Lo studio del comportamento delle funzioni di correlazione digitali

Andamento della funzione di correlazione $C(\tau)$ in dipendenza del rapporto segnale\disturbo

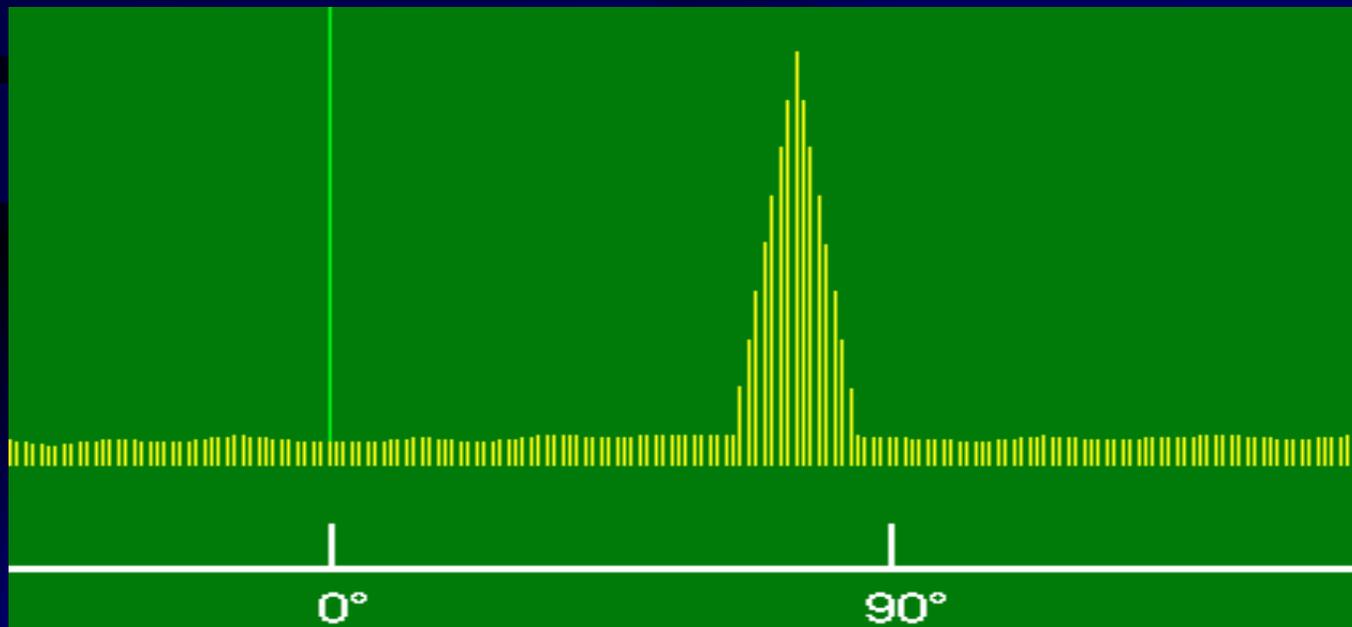
- simulazione dinamica -



Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

Lo studio del comportamento delle funzioni di correlazione digitali sui fasci preformati

Come varia il massimo della funzione di correlazione $C(\tau)$ in dipendenza del rapporto segnale\disturbo
- sperimentale dinamico a fasci preformati -



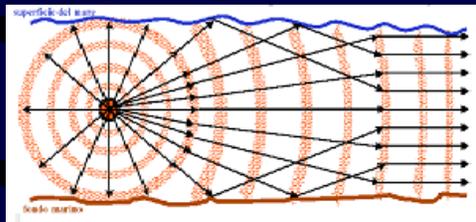


Tecniche di scoperta sonar per correlazione:

calcoli di previsione della portata in condizioni di propagazione normale

Soluzione di un sistema trascendente a 2 incognite (R e TL) e 8 parametri

L'operazione si avvale di un software di calcolo e dei dati:



Tipo di propagazione

Stato del mare	Condizioni del mare
0	molto calmo
1	calmo
2	increspato
3	moderato
4	agitato
5	molto agitato
6	molto forte

Stato del mare



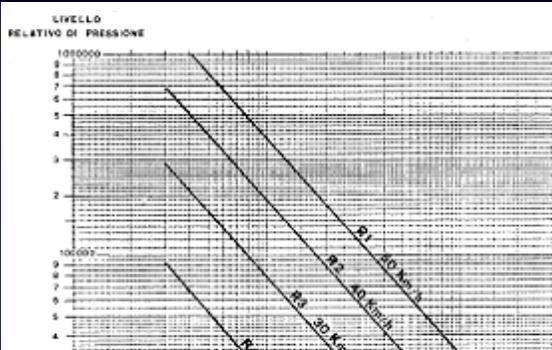
Bersaglio fuori dalla zona d'ombra



3 parametri ambiente

i 5 parametri del sonar

BW; Gb; RC; Priv; Pfa



Tipo e velocità del bersaglio

portata = probabile distanza di scoperta

Tecniche di scoperta sonar per correlazione:

calcoli di previsione della portata in condizioni di propagazione normale

I 4 parametri propri del sonar

1- Banda di lavoro

2- Cifra di guadagno base idrofonica

3- Tempo d'integrazione dati: (**RC in Sec.**)

4- Probabilità di falso allarme: (**Pfa in %**)

5- Probabilità di scoperta: (**Priv in %**)

“d”

I 3 parametri ambientali

1- Stato del mare

2- Caratteristiche del bersaglio

3- Tipo di propagazione

Tecniche di scoperta sonar per correlazione:

calcoli di previsione della portata in condizioni di propagazione normale

Il calcolo della variabile "d"

Il parametro "d" si computa dopo aver stabilito quali variabili probabilistiche accettare:

-Probabilità di rivelazione: es. (**Priv.** = 50 %)

-Probabilità di falso allarme: es. (**Pfa.** = 10 %)

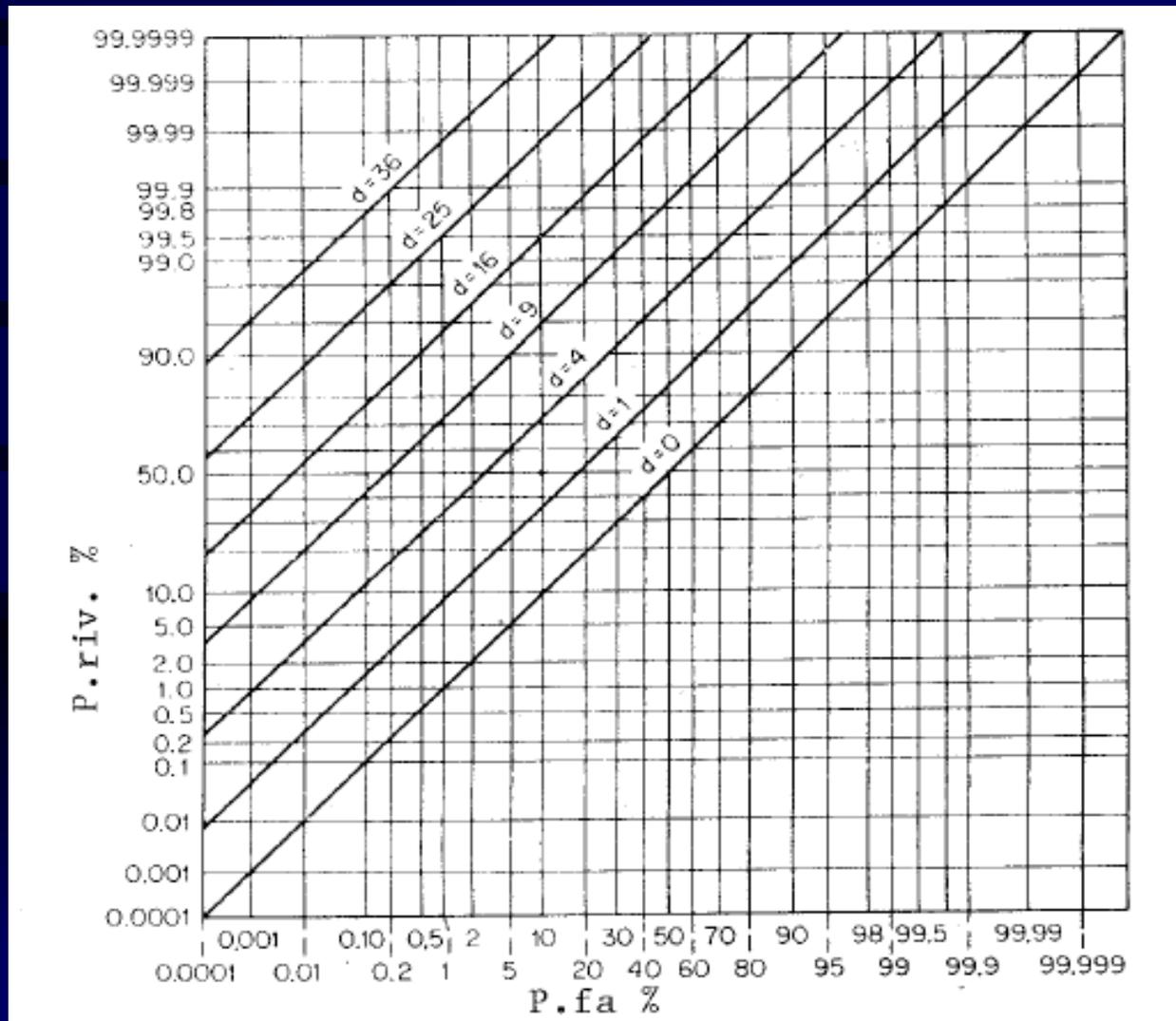
Il calcolo del parametro "d" si esegue con il calcolatore delle curve ROC

[Calcolatore](#)

[ROC](#)

Le funzioni di correlazione nella scoperta sonar

In alternativa al calcolatore ROC le curve classiche



Calcolo delle portate sonar secondo l'equazione trascendente in R in funzione di "d" e "RC" (metodi di correlazione)

$$60 \text{ dB} + 20 \text{ Log } R + a R - (SL + DI - NL - DT + 10 \text{ Log } BW) = 0$$

dove:

$$a = (0.1 fo^2) / (1 + fo^2) + (40 fo^2) / (4100 + fo^2) + (2.75 fo^2) / 10000$$

$$DT = 5 \text{ Log} [d BW / (2 RC)]$$


$$d = f (Priv; Pfa)$$

Calcolo della portata sonar secondo l'equazione trascendente in R in funzione di "d" e "RC"

$$60 \text{ dB} + 20 \text{ Log } R + a R - (SL + DI - NL - DT + 10 \text{ Log } BW) = 0$$

dove:

$$a = (0.1 fo^2) / (1 + fo^2) + (40 fo^2) / (4100 + fo^2) + (2.75 fo^2) / 10000$$

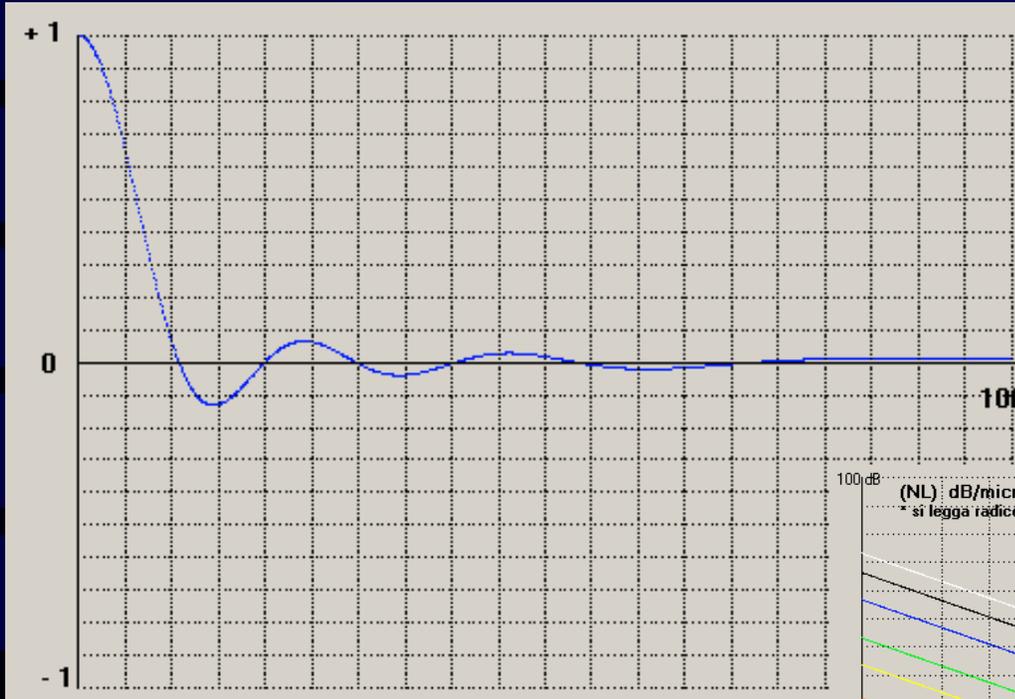
$$DT = 5 \text{ Log} [d \text{ BW} / (2 \text{ RC})]$$

$$d = f (Priv; Pfa)$$

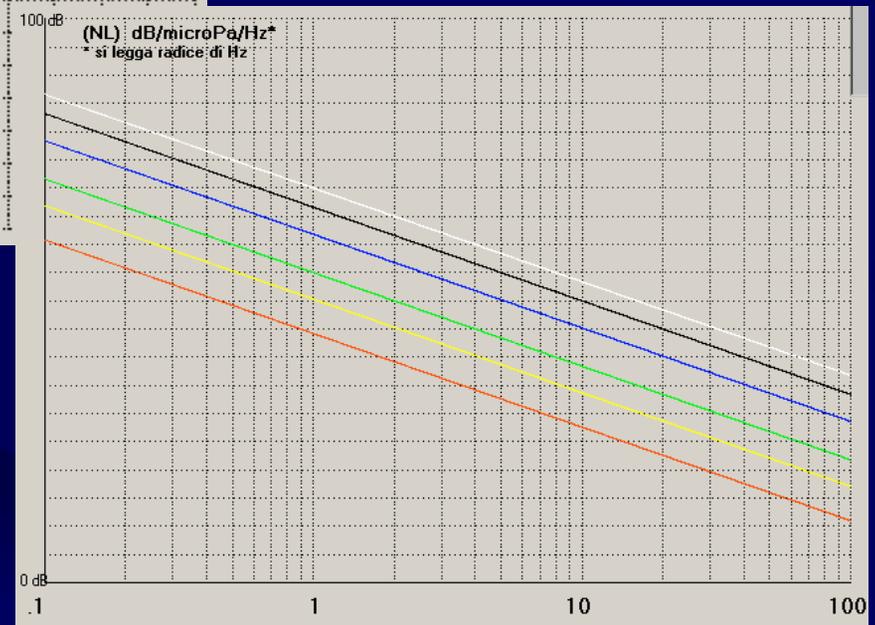
A chiusura
della
conferenza:

IL SONARMATH

Calcolatore dei parametri sonar e delle funzioni di correlazione



Calcolatore sonar



“Fine della conferenza”

Grazie dell'ospitalità e dell'attenzione



Disegni, fotografie e suoni:

Marina Militare Italiana

HNSA-Historic

Testo: La correlazione

Testo: Sonar –princ-tec-appl.

Museo Toti

Doc. USEA/SELENIA

Testo Urick

Sonar-info.info