

ISTITUTO NAZIONALE PER STUDI ED ESPERIENZE DI ARCHITETTURA NAVALE

Istituto con D.L. 23 giugno 1927, n. 1429 modificato con D.L. 24 maggio 1946, n. 530

ROMA

IL PROGRAMMA DI ELABORAZIONE DEI DATI PER ESPERIENZE  
DI PROPULSORI AZIMUTALI ACCOPPIATI SU SCAFO

R. PETTINELLI

Diffusione: <i>Interna</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Internal only</i> <i>Libera</i> <input type="checkbox"/> <i>Unlimited</i> <i>Riservata</i> <input type="checkbox"/> <i>Restricted</i> <i>Classificata</i> <input type="checkbox"/> <i>Classified</i>	IL PROGRAMMA DI ELABORAZIONE DEI DATI PER ESPERIENZE DI PROPULSORI AZIMUTALI ACCOPPIATI SU SCAFO Autore/i 
Codice Distribuzione <u>  2  </u> n° pagg. <u> 12 </u>	Direttore Generale 
Incaricato Sicurezza <i>Alappala</i>	Presidente 
	PROGRAMMA RICERCHE 1988 - 90 Rapporto 1990-76

## P R E M E S S A

Lavoro svolto nell'ambito del **PROGRAMMA RICERCHE INSEAN 1988-90**, finanziato dal **MINISTERO DEI TRASPORTI E DELLA NAVIGAZIONE** con legge n. 234 del 14 giugno 1989.

In particolare il lavoro rientra nel Progetto Strategico:

**"NAVI A PIÙ' ELEVATO RENDIMENTO PROPULSIVO"**

*Sottoprogetto n. 2.5:*

**"PROVE SISTEMATICHE CON PROPULSORI AZIMUTALI"**

attuato sotto la supervisione del Direttore di Progetto **Ing. Luigi IANNONE**

**Rapporto 1990-76**

**IL PROGRAMMA DI ELABORAZIONE DEI DATI PER ESPERIENZE DI  
PROPULSORI AZIMUTALI ACCOPPIATI SU SCAFO**

R. Pettinelli

Gennaio 1994

*SOMMARIO*

Il programma di elaborazione dei dati presentato in questo rapporto è in grado di gestire correttamente la grande quantità di dati provenienti dal Sistema di Acquisizione in uso presso l'INSEAN durante le complesse esperienze sui propulsori azimutali accoppiati su scafo.

Il programma decodifica e corregge opportunamente i dati acquisiti, calcola i coefficienti di interesse, e produce dei files che contengono tutte le informazioni relative alle prove in oggetto e che vengono utilizzati come sorgenti indispensabili degli studi successivi.

IL PROGRAMMA DI ELABORAZIONE DEI DATI  
PER ESPERIENZE DI PROPULSORI AZIMUTALI  
ACCOPPIATI SU SCAFO

- Rosaura Pettinelli - gennaio 1994 -

Il programma di elaborazione dei dati è in grado di gestire correttamente la grande quantità di dati provenienti dal Sistema di Acquisizione del Carro Dinamometrico durante le complesse esperienze sui propulsori azimutali accoppiati su scafo. Il programma decodifica e corregge opportunamente i dati acquisiti, calcola i coefficienti di interesse, e produce dei files che contengono tutte le informazioni relative alle prove in oggetto e che vengono utilizzati come sorgenti indispensabili degli studi successivi.

1. LE FASI PRELIMINARI ALL'UTILIZZO DEL PROGRAMMA:  
ACQUISIZIONE DEI DATI, SPACCHETTAMENTO, PREPARAZIONE.

Il programma PROP2ALL si avvale, in input, dei dati acquisiti tramite il Sistema di Acquisizione dei Dati in uso presso l'INSEAN. Tale sistema, come è noto permette di campionare un grande numero di grandezze e di conoscere, quindi, l'andamento delle grandezze di interesse in funzione del tempo o, se necessario, il valore mediato sull'intervallo di misura.

Nell'esperienza in oggetto si ravvedono le seguenti necessità: posizionare i propulsori in diversi alloggiamenti, variare la distanza tra i due corpi scafo, variare l'angolo fra la carena e la direzione del moto, variare con continuità l'angolo di azimuth di uno o di entrambi i propulsori.

Di conseguenza vengono acquisiti i seguenti canali:

Temperatura

269

Distanza tra i due corpi scafo (Dist)	349
Angolo tra carena e direzione moto ( $\beta$ )	282
Forza su trasduttore X	320
Forza su trasduttore Y1	313
Forza su trasduttore Y2	314
Velocità media Carro 1 (Vam)	528
Giri medi (Nm)	531

Propulsore n.1:

Coppia Q1	329
Spinta Unità TU1	315
Spinta mantello TN1	270
Spinta elica TP1	331
Angolo AZIMUTH 1	321

Propulsore n.2:

Coppia Q2	341
Spinta Unità TU2	347
Spinta mantello TN2	345
Spinta elica TP2	343
Angolo AZIMUTH 2	329

Propulsore n.3:

Coppia Q3	341
Spinta Unità TU3	317
Spinta mantello TN3	273
Spinta elica TP3	343
Angolo AZIMUTH 3	323

Propulsore n.4:

Coppia Q4	321
Spinta Unità TU4	324
Spinta mantello TN4	323
Spinta elica TP4	322
Angolo AZIMUTH 4	331

I propulsori occuperanno due degli alloggiamenti previsti e i dati verranno acquisiti mediante due dei quattro gruppi di segnali sopra elencati come propulsore n.1÷4. I gruppi di canali utilizzati vengono specificati dall'utente al momento della elaborazione.

I dati sono registrati su un file di tipo cccc-Ssss.Rrr dove "cccc" è il numero di carena, "sss" è il numero di serie, "rr" è il numero di rilievo.

All'interno di un unico rilievo esiste la registrazione di più posizioni angolari di uno dei propulsori (che sarà identificato in seguito come "propulsore principale"). Infatti, mantenendo fermo il propulsore secondario e costante il suo stato di attività/non attività, l'angolo azimutale del propulsore principale viene variato acquisendo per più secondi i dati in ciascuna posizione.

Il file dati deve essere di conseguenza "spacchettato" mediante il programma "MULTIRIL" in modo da produrre dei rilievi di tipo ccccSsss.rrX dove rr è il nome (numero) originario del rilievo acquisito e X può assumere il valore A..Z, 0..9, \$, %, &, #. Ognuno dei files dati così prodotto contiene una sola posizione angolare del propulsore principale. A tale scopo deve essere acquisito anche l'apposito canale del segnale di stato ch indica la variazione fra una posizione e l'altra.

Da tutti i rilievi (spacchettati) di una serie, attraverso la fase di preparazione (preliminare in tutte le esperienze nelle quali interessano i valori medi delle grandezze) si produce il file ccccSsss.SAD che è l'input del programma PROP2ALL.

Si rammentano le seguenti limitazioni:

- ogni file dati acquisito non deve contenere più di 40 posizioni angolari del propulsore principale;
- ogni file SAD non deve contenere più di 99 rilievi spacchettati;
- il file SAD deve essere situato sull'unità A:.

## 2 I DATI DA INTRODURRE DA TERMINALE.

L'utente deve introdurre una serie di informazioni per la corretta elaborazione. Questi dati saranno riportati in stampa e sui files di output. Esse sono:

Nome del file SAD da utilizzare e presente sul disco A:. Questo nome viene suggerito dal programma dopo una ricerca su A:

Numero del Propulsore principale. Serve ad individuare il gruppo di canali utilizzati per l'acquisizione dei dati del propulsore principale, dove con propulsore principale si intende il propulsore il cui angolo di azimuth viene fatto variare tra una acquisizione e l'altra.

Posizione alloggiamento del propulsore principale. Lo scafo su cui è montato il propulsore è individuato dalla lettera "S" per sinistro e "D" per destro, mentre la posizione sullo scafo è numerata da 1 a 5: il dato da introdurre è quindi, per esempio S3.

Numero del propulsore secondario. E' come per il principale. E' il propulsore che rimane di norma con lo stesso angolo di azimuth per tutta la serie.

Posizione alloggiamento del propulsore secondario. Come

per il principale. Si noti che mentre la lettera deve essere la stessa del principale, il numero deve essere necessariamente diverso.

Attività del propulsore secondario. E' necessario specificare se tale propulsore è acceso. Serve a settare correttamente il valore di alcuni canali.

Temperatura. E' necessario specificare se la temperatura media va calcolata dai dati registrati nel file SAD o se deve essere introdotta da terminale. Nel secondo caso accetta al massimo 4 caratteri di cui un decimale.

Valori di taratura. Vengono introdotti (se necessario), per ciascun propulsore, per la coppia e per le tre spinte acquisite. Accettano al massimo 4 caratteri di cui due decimali. Il default è 0.0000 che corrisponde a nessun valore di taratura. La taratura è la stessa per tutta la serie e viene sottratta al relativo valore di ciascun rilievo prima di effettuare i calcoli. Il propulsore viene specificato mediante il numero e la posizione dell'alloggiamento.

Fattore correttivo di Tn. Il default è 1.0000 che corrisponde a nessuna correzione. Viene utilizzato per moltiplicare il valore di Tn (già nettato per la eventuale taratura) e viene specificato separatamente per ciascuno dei due propulsori.

### 3 LE GRANDEZZE CALCOLATE.

I valori calcolati sono tutti modello (indicato da "m"). Le unità di misura nelle quali le grandezze vengono acquisite sono indicate nell'intestazione del file SAD. Le unità di misura dei valori stampati sono indicate nei moduli e sono le stesse utilizzate nei files di output. Si noti che la coppia Qm è acquisita in kg\*m, in questo modo utilizzata nei calcoli, ma stampata su modulo e su files in kg\*cm.

D è il diametro modello dell'elica impostato fisso nel programma a 0.1524 m.

$\alpha$  Angolo azimuth arrotondato ai dieci gradi.

Vam è la velocità di avanzo del modello cioè la velocità del Carro, cioè la velocità della corrente.

TP, TN, TU, Q prima di essere utilizzati sono nettati per la eventuale taratura e moltiplicati per l'

eventuale fattore correttivo (separatamente per ciascun propulsore).

Spinta totale  $T_m = T_{Nm} + T_{Um}$  (per ciascun propulsore).

$K_{T\_P} = T_{Pm} / (102.06 * N_m^2 * D^4)$  (per ciascun propulsore)

$K_{T\_N} = T_{Nm} / (102.06 * N_m^2 * D^4)$  (per ciascun propulsore)

$K_{T\_U} = T_{Um} / (102.06 * N_m^2 * D^4)$  (per ciascun propulsore)

$K_T = T_m / (102.06 * N_m^2 * D^4)$  (per ciascun propulsore)

$K_Q = Q_m / (102.06 * N_m^2 * D^5)$  (per ciascun propulsore)

$J = V_{am} / N_m / D$  (per ciascun propulsore)

$ETA = J * K_T / (2 * \pi * K_Q)$  (per ciascun propulsore)

$FX_m = -$  Forza X

$FY_m = FY_1 + FY_2$

$MZ_m = (FY_1 - FY_2) * 70.0$

$K_{FX} = FX_m / (102.06 * N_m^2 * D^4)$

$K_{FY} = FY_m / (102.06 * N_m^2 * D^4)$

$K_{MZ} = MZ_m / (102.06 * N_m^2 * D^5)$

#### 4 OUTPUT.

Il programma produce: una stampa dei risultati su almeno tre pagine; un file ascii A:####S###.SPD contenente i dati sperimentali acquisiti; un file ascii A:####S###.CAL contenente i risultati della elaborazione. Esempi degli output sono riportati alla fine di questa relazione.

##### 4.1 Le stampe.

Il modulo di output si articola su un minimo di tre pagine (a seconda del numero di rilievi acquisiti, una riga per rilievo) e riporta in testa ad ogni pagina il numero di Carena e il numero di Serie. Sulla prima pagina sono anche indicati la temperatura acqua vasca (media della serie) e il diametro modello dell'elica.

La prima pagina contiene i dati relativi al propulsore principale. Di questo propulsore è indicato il

numero e la posizione sulla carena. Sono riportati, in una prima tabella, Vam (velocità di avanzo), Nm, Qm, Tm, TPm, TNm, TUm,  $\alpha$ . In una seconda tabella sono riportati  $\alpha$ , KT\_P, KT\_N, KT\_U (cioè KT relativi rispettivamente a elica, mantello e unità), KT, KQ, J, ETA.

In corrispondenza a entrambe le tabelle è indicato l'angolo dell'altro propulsore per il quale è specificato anche il numero.

La seconda pagina riporta, in due analoghe tabelle, i dati del propulsore secondario.

Sono infine riportati i valori delle otto costanti di taratura.

In terza pagina sono riportati i dati riguardanti le forze e cioè in una prima tabella Vam,  $\alpha$  (prop. princ.), FXm, FYm, MZm,  $\alpha$  (prop. second.), Dist (distanza tra i due scafi),  $\beta$  (angolo tra scafo e corrente). In una seconda tabella sono indicati Vam,  $\alpha$  (prop. princ.), K\_FX, K\_FY, K\_MZ,  $\alpha$  (prop. second.), Dist (distanza tra i due scafi),  $\beta$  (angolo tra scafo e corrente).

#### 4.2 I files A:####S###.SPD e A:####S###.CAL.

I files contenenti i dati sono in ascii. Il formato di ciascun dato è indicato con F(reale), I(intero), A(caratteri) in notazione simil-fortran.

Il file A:####S###.SPD contiene i dati sperimentali. Sulla prima riga riporta il nome del file stesso (A8, cioè l'indicazione di carena e serie), il numero (I1) e la posizione del primo propulsore (A2) separati da "/", il numero e la posizione del secondo propulsore (stesso formato), la temperatura (F4.1), Diametro modello elica D (F7.4).

Seguono due tabelle, la prima per il propulsore principale, la seconda per il propulsore secondario, separate da una riga vuota, e riportanti dati analoghi. Essi sono: Vam (F6.3), Nm (F6.2), Qm (F5.2, in kgcm), Tm (F5.2), TPm (F5.2), TNm (F5.2), TUm (F5.2),  $\alpha$  (F6.1), dist (F4.2),  $\beta$  (F6.19). I valori sono separati da uno spazio.

Il file A:####S###.CAL contiene i risultati dell'elaborazione con alcuni dati sperimentali che ne completano la lettura. I dati sono riportati in tre tabelle separate da una riga vuota: le prime due contengono dati analoghi relativi rispettivamente al primo e al secondo propulsore, la terza i dati

riguardanti forze e momento.

La prima tabella contiene:  $\alpha$  (F6.1),  $KT_P$  (F7.4),  $KT_N$  (F7.4),  $KT_U$  (F7.4),  $KT$  (F7.4),  $KQ$  (F7.4),  $J$  (F7.4),  $ETA$  (F7.4).

La terza tabella contiene  $\alpha$  (primo propulsore) (F6.1),  $\alpha$  (secondo propulsore) (F6.1),  $FXm$  (F7.3),  $FYm$  (F7.3),  $MZm$  (F8.3),  $K_{FX}$  (F7.4),  $K_{FY}$  (F7.4),  $K_{MZ}$  (F7.4).

CARENA C.1000 S.002

pag. 1

Temperatura Acqua Vasca = 15.5 °C  
 Diametro Elica Modello = 0.1524 m

PROPULSORE N. 2 POS. S1								
Vam	Nm	Qm	Tm	TPm	TNm	TUm	a	a(4)
m/s	giri/s	kgcm	kg	kg	kg	kg	gradi	gradi
0.000	12.97	5.05	3.21	1.99	1.89	1.33	-180.0	0.0
0.000	12.96	4.93	3.22	1.99	1.89	1.33	-170.0	0.0
0.000	12.96	4.87	3.23	2.00	1.89	1.34	-160.0	0.0
0.000	12.96	4.80	3.22	1.99	1.88	1.34	-150.0	0.0
0.000	12.96	4.80	3.23	2.00	1.89	1.35	-140.0	0.0
0.000	12.96	4.81	3.26	2.02	1.90	1.36	-130.0	0.0
0.000	12.97	4.83	3.26	2.02	1.90	1.36	-120.0	0.0

PROPULSORE N. 2 POS. S1								
a	KT_P	KT_N	KT_U	KT	10*KQ	J	ETA	a(4)
-180.0	0.215	0.204	0.143	0.347	0.358	0.000	0.000	0.0
-170.0	0.215	0.204	0.144	0.348	0.350	0.000	0.000	0.0
-160.0	0.216	0.204	0.145	0.349	0.346	0.000	0.000	0.0
-150.0	0.216	0.204	0.145	0.348	0.341	0.000	0.000	0.0
-140.0	0.216	0.204	0.146	0.350	0.341	0.000	0.000	0.0
-130.0	0.218	0.205	0.147	0.352	0.341	0.000	0.000	0.0
-120.0	0.218	0.205	0.147	0.353	0.342	0.000	0.000	0.0

PROPULSORE N. 4 POS. S3								
Vam	Nm	Qm	Tm	TPm	TNm	TUm	a	a(2)
m/s	giri/s	kgcm	kg	kg	kg	kg	gradi	gradi
0.000	0.00	-1.59	0.00	-0.08	-0.04	-0.03	0.0	-180.0
0.000	0.00	-1.59	0.00	-0.08	-0.04	-0.03	0.0	-170.0
0.000	0.00	-1.59	0.00	-0.07	-0.04	-0.03	0.0	-160.0
0.000	0.00	-1.58	0.00	-0.07	-0.04	-0.03	0.0	-150.0
0.000	0.00	-1.58	0.00	-0.08	-0.04	-0.03	0.0	-140.0
0.000	0.00	-1.57	0.00	-0.08	-0.04	-0.03	0.0	-130.0
0.000	0.00	-1.57	0.00	-0.07	-0.04	-0.03	0.0	-120.0

PROPULSORE N. 4 POS. S3								
a	KT_P	KT_N	KT_U	KT	10*KQ	J	ETA	a(2)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-180.0
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-170.0
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-160.0
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-150.0
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-140.0
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-130.0
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-120.0

(Qm tar.2= 0.00 kgcm; Qm tar.4= 0.00 kgcm)

(TP tar.2= 0.00 kg; TP tar.4= 0.00 kg)

(TN tar.2= 0.00 kg; TN tar.4= 0.00 kg)

(TU tar.2= 0.00 kg; TU tar.4= 0.00 kg)

Vam	$\alpha(2)$	FXm	FYm	MZm	$\alpha(4)$	Dist	$\beta$
m/s	gradi	kg	kg	kgcm	gradi	m	gradi
0.000	-180.0	3.37	-0.08	612.18	0.0	3.04	-0.0
0.000	-170.0	3.34	-0.68	494.64	0.0	3.04	-0.0
0.000	-160.0	3.20	-1.30	357.38	0.0	3.04	-0.0
0.000	-150.0	2.90	-1.94	191.00	0.0	3.04	-0.0
0.000	-140.0	2.50	-2.49	23.06	0.0	3.04	-0.0
0.000	-130.0	2.13	-2.91	-120.05	0.0	3.04	-0.0
0.000	-120.0	1.64	-3.25	-267.94	0.0	3.04	-0.0

Vam	$\alpha(2)$	K_FX	K_FY	K_MZ	$\alpha(4)$	Dist	$\beta$
m/s	gradi				gradi	m	gradi
0.000	-180.0	0.364	-0.008	4.337	0.0	3.04	-0.0
0.000	-170.0	0.360	-0.073	3.508	0.0	3.04	-0.0
0.000	-160.0	0.346	-0.141	2.536	0.0	3.04	-0.0
0.000	-150.0	0.314	-0.210	1.355	0.0	3.04	-0.0
0.000	-140.0	0.270	-0.270	0.164	0.0	3.04	-0.0
0.000	-130.0	0.230	-0.314	-0.852	0.0	3.04	-0.0
0.000	-120.0	0.177	-0.351	-1.900	0.0	3.04	-0.0

1000S002 2/S1 - 4/S3 15.5 0.1524									
0.000	12.97	5.05	3.21	1.99	1.89	1.33	-180.0	3.04	-0.0
0.000	12.96	4.93	3.22	1.99	1.89	1.33	-170.0	3.04	-0.0
0.000	12.96	4.87	3.23	2.00	1.89	1.34	-160.0	3.04	-0.0
0.000	12.96	4.80	3.22	1.99	1.88	1.34	-150.0	3.04	-0.0
0.000	12.96	4.80	3.23	2.00	1.89	1.35	-140.0	3.04	-0.0
0.000	12.96	4.81	3.26	2.02	1.90	1.36	-130.0	3.04	-0.0
0.000	12.97	4.83	3.26	2.02	1.90	1.36	-120.0	3.04	-0.0
0.000	0.00	-1.59	0.00	-0.08	-0.04	-0.03	0.0	3.04	-0.0
0.000	0.00	-1.59	0.00	-0.08	-0.04	-0.03	0.0	3.04	-0.0
0.000	0.00	-1.59	0.00	-0.07	-0.04	-0.03	0.0	3.04	-0.0
0.000	0.00	-1.58	0.00	-0.07	-0.04	-0.03	0.0	3.04	-0.0
0.000	0.00	-1.58	0.00	-0.08	-0.04	-0.03	0.0	3.04	-0.0
0.000	0.00	-1.57	0.00	-0.08	-0.04	-0.03	0.0	3.04	-0.0
0.000	0.00	-1.57	0.00	-0.07	-0.04	-0.03	0.0	3.04	-0.0

FILE TIPO "ccccSsss.SPD" contenente i dati sperimentali

-180.0	0.2151	0.2038	0.1432	0.3470	0.3579	0.0000	0.0000
-170.0	0.2148	0.2039	0.1440	0.3479	0.3499	0.0000	0.0000
-160.0	0.2158	0.2043	0.1447	0.3490	0.3456	0.0000	0.0000
-150.0	0.2156	0.2038	0.1446	0.3484	0.3406	0.0000	0.0000
-140.0	0.2164	0.2043	0.1455	0.3498	0.3405	0.0000	0.0000
-130.0	0.2178	0.2053	0.1467	0.3520	0.3415	0.0000	0.0000
-120.0	0.2185	0.2053	0.1474	0.3527	0.3422	0.0000	0.0000

0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

-180.0	0.0	3.374	-0.075	612.185	0.3643	-0.0081	4.3367
-170.0	0.0	3.335	-0.680	494.641	0.3605	-0.0735	3.5083
-160.0	0.0	3.203	-1.304	357.378	0.3463	-0.1410	2.5355
-150.0	0.0	2.904	-1.939	190.997	0.3141	-0.2097	1.3553
-140.0	0.0	2.497	-2.493	23.065	0.2700	-0.2695	0.1637
-130.0	0.0	2.128	-2.905	-120.045	0.2300	-0.3141	-0.8516
-120.0	0.0	1.640	-3.247	-267.940	0.1772	-0.3509	-1.8995

FILE TIPO "ccccSsss.CAL" contenente i valori calcolati