NUMERO: 1527A - ANNO: 2015

A P P U N T I

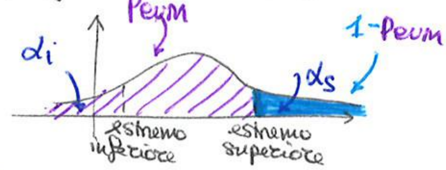
STUDENTE: Rinaldi

MATERIA: Statistica + schemi + temi + Eserc. Prof.Barbato

PROBABILITÀ e STATISTICA

File: "Funzioni Statistiche 2003" oppure "2007-10"

k = numeri di successi del campione
n = numero di tentativi
p = probabilità di successo in 1 tentativo
m = media
s = scarto tipo
$L = \begin{cases} 0 \text{ se } P = P_k \text{ corrisponde a } k \\ 1 \text{ se } P = P_{CUM} \end{cases}$
α = rischio d'errore
e = numero di successi nella popolazione
M = numerosità della popolazione
ν = gradi di libertà



DISTRIBUZIONE...

... BINOMIALE
Estrazione con reimmissione

P = DISTRIB.BINOM(k; n; p; L)

k = INV.BINOM(n; p; P_k) arrotondamento ↳ 0,999 * P_{CUM}

... IPERGEOMETRICA
Estrazione Senza Reimmissione

P = DISTRIB.IPERGEOM.N(k; n; e; M; L)

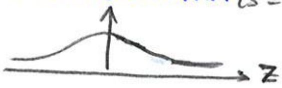
... NORMALE o di GAUSS
n ELEVATO, $\forall p$
ERRORI ACCIDENTALI

Se $x < x^*$
P_{CUM} = DISTRIB.NORM.N(x; m; s; L) = DISTRIB.NORM(x; m; s; L)

Se $x > x^*$
$1-P_{CUM}$

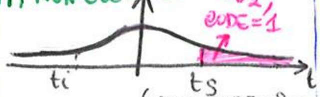
ESTREMI X
x_i = INV.NORM.N(α_i; m; s) = INV.NORM(...)
x_s = INV.NORM.N($1-\alpha_s$; m; s)

STANDARDIZZATA $\begin{cases} m = 0 \\ s = 1 \end{cases}$



P_{CUM} = DISTRIB.NORM.ST.N(z; L) = DISTRIB.NORM.ST(z)
x = INV.NORM.S(P_{CUM})

... STUDENT (GOSSET)
n NON ELEVATO



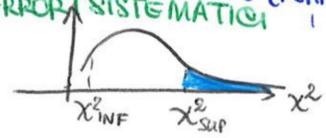
CODE = 1 → Area Coda DS (oppure CODE = 2 e $\alpha/2$) (Rischio d'errore $\frac{\alpha}{2}$)
$P_{CUM} = 1-\alpha/2$
CODE = 2 → Area di DS ed doppio (Rischio d'errore α)
OSS: Sempre se $t \geq 0$

$P_{CODA\,IE}$ = DISTRIB.T.N(t; ν; L) = DISTRIB.T(t^*; ν; CODE)
$t^* > 0$ e $t > t^*$

Se $t^* < 0$
P_{CODA} = 1 − DISTRIB.T($|t|$; ν; 1) = P_{CUM}
perché $\alpha(-t) = 1-\alpha(t)$

ESTREMI t
t_i = −INV.T(β; ν) = $-t_s$
t_s = INV.T(β; ν)
dove $\beta = 2\alpha_s$ (di DS)
oppure t = INV.T.2T($2\alpha_s$; ν)

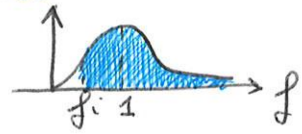
... CHI QUADRO (PEARSON)
ERRORI SISTEMATICI



P_{CODA} = DISTRIB.CHI(χ^2, ν) = DISTRIB.CHI.QUAD(χ^2, ν, L)
$P_{CUM} = 1 - P_{CODA}$

ESTREMI χ^2
χ^2 = INV.CHI(P_{CODA}; ν) = INV.CHI.QUAD(P_{CUM}; ν)

... FISHER



P_{CODA} = DISTRIB.F(f; m; n) = DISTRIB.F.DS(f; m; n)
RAPPORTO delle VARIANZE; m ↳ g.e.N(x); n ↳ g.e.D(x)
$P_{CUM} = 1 - P_{CODA}$

ESTREMI
f = INV.F(α_s; m; n) = INV.F.DS(α_s; m; n)

STATISTICA

LIMITE di ACCETTAZIONE = DISTRIB. IPERGEOM. N (. . . .) - DISTRIB. BINOM. N (. . . .)

(Se me ne chiede uno in particolare cambio qualche dato finché non lo raggiungo)

Quando è soddisfatta $\frac{n}{N} \ll \frac{1}{10}$

MODO RIGOROSO
LOTTO POCO NUMEROSO
ESTRAZIONE SENZA REIMMISIONE (es: controllo di ITM un lotto di produzione)

RISCHIO = DISTRIB. IPERGEOM. N

(f ; Na ; Nf ; Np ; 1) =

S_Campione; Num_Campione; S_Popol; N_popol; Cumulativo

= DISTRIB. IPERGEOM (f ; Na ; Nf ; Np)

MODO APPROSSIMATO
LOTTO MOLTO NUMERORO = PARTA di pezzi fuori IT
ESTRAZIONE CON REIMMISIONE

RISCHIO = DISTRIB. BINOM. N

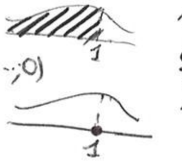
$(f ; Na ; \frac{Nf}{Np} ; 1) =$

Num_Succ.; Prove; Probabilità_S (Pezzi fuori IT); Cumulativo

$\Rightarrow \boxed{Nf = P \cdot Np}$

= DISTRIB. BINOM (k ; n* ; p* ; 1)

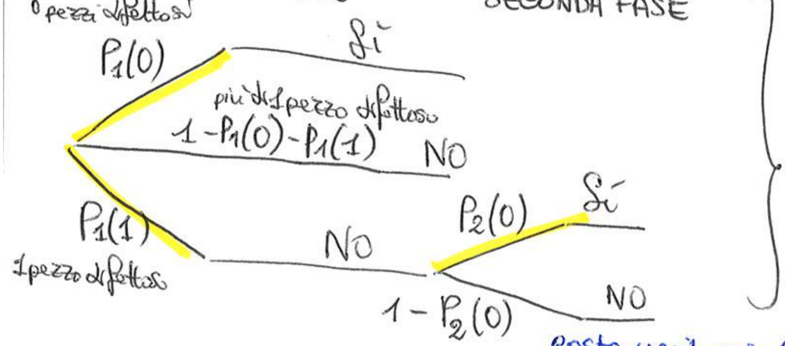
(*) CUMULATIVO = 1
oppure DIST(0; ...; 0) + DIST(1; ...; 0)
NO CUMULATIVO = 0



"Se **NON** si riscontrano PIÙ DI K PEZZI il lotto viene accettato
{ 1 - DISTRIB. . . . " ..... PIÙ DI K PEZZI DIFETTOSI" }
"Sono interessato alla probabilità di trovare K PEZZI fuori IT"

(*) Se 1 fase di controllo Na, se 2 fasi di controllo $Na_1 + Na_2$.
(*) Se mi chiede di ottenere un determinato rischio vario i dati (es: n)

(*) Es [02]: PRIMA FASE SECONDA FASE



$\Rightarrow$ Rischio di accettare un lotto con P di pezzi fuori IT =
$= P_1(0) + P_1(1) \cdot P_2(0)$

DISTR. IPERGEOM
Attenzione TEMA D'ESAME "Angolo Fiettofuco":
$P_A(0)$ = DISTRIB. IPERG'EOM (0 ; Na ; Nf ; Np)
$P_B(0)$ = " " (0 ; Nb ; Nf - 1 ; Np - Na)
guarda il diagr. ad albero

COSTO PROBABILE = Costo fisso A + ne_1 · Costo Unitario B + $P_1(1)$ · ne_2 · Costo unitario B

num. di pezzi estratti e controllati nella fase 1. — costo unitario B per ogni pezzo controllato — Prob. di passare alla seconda fase

Posso variare ne_1 e ne_2 per migliorare le condizioni mantenendo il rischio accettabile

NUMERO PROBABILE di PEZZI DA CONTROLLARE = $N_A + N_B P_A(1)$

(*) Es [07]

Prob. che il mecc. non funzioni = 1 - Prob. che il mecc. funzioni = 1 - Pche tutti gli A funz · Pche tutti B funz =
= 1 - DISTRIB. BINOM (0 ; NA ; P_A ; 0) · DISTRIB. BINOM (0 ; NB ; P_B ; 0)

limiti di difettosità

* Es [08]

(1) PROB. MODO RIGOROSO = DISTRIB. IPERGEOM (0 ; ne_1 ; $n_I \cdot p$; n_I) + DISTRIB. IPERGEOM (0 ; nf_1 ; $n_I \cdot p$; n_I)

pezzi controllati — pezzi difettosi accettati

PROB. MODO APPROSSIMATO = DISTRIB. BINOM (nf_1 ; ne_1 ; p ; 1)

DIFFERENZA TRA RIGOROSA e POISSON = (1) - [$(ne_1 \cdot p)$ ^ 0 * EXP($-ne_1 \cdot p$) + $(ne_1 \cdot p)$ ^ 1 * EXP($-ne_1 \cdot p$)] =
= (1) - DISTRIB. POISSON (nf_1 , $ne_1 \cdot p$; 1)

Potrebbe chiedermi di ottenere una determinata differenza cambiando qualche dato.

ANALISI DATI

DATI

n = NUMERO dei DATI = CONTA.NUMERI(Da:a)
m = MEDIA = MEDIA (Da:a)
s = SCARTO TIPO = DEV.ST (Da:a) = $\sqrt{\text{VARIANZA}}$ → DEV.ST.MEDIA = $\frac{\text{DEV.ST}}{\text{RADQ}(n)}$
VALORE MASSIMO = MAX (Da:a)
VALORE MINIMO = MIN (Da:a)
Condizione completo la tabella → prima per righe poi per colonne
QUART 3 = QUARTILE (Matrice delle cond; QUARTO)
MAX = MAX(Matrice)
MIN = MIN(")
IQR = QUART 3 − QUART 1
MAX IQR = VAS = Q_3 + 1,5 * IQR
MIN IQR = VAI = Q_1 − 1,5 * IQR
metodo modificato → (1+0,1 * LOG 10(CONTA.NUMERI(matrice)/10)) (")
OUTMAX = SE(MAX > MAX IQR; "Att"; "Ok")
OUTMIN = SE(MIN < MIN IQR; "Att"; "Ok")

forse: se $Q_1 Q_3$ si sovrappongono ⟹ No sistematici; se non si sovrappongono questo ha una differenza sistematica

COMMENTO: "Ho individuato VALORI ANOMALI. Occorre ora capirne le ragione. Essi potrebbero essere dovuti a errori nella fase di raccolta dati, nella fase di registrazione, di una particolare distorsione"

ERRORI ACCIDENTATI grossi e rari

ESCLUSIONE dei DATI

NUMERO dei DATI = n
PROBABILITA' $P_{XL} = 1/4n$ ← per il Principio di CHAUVENET
VALORE X_L MINIMO = INV.NORM(P_{XL}; m; s)
VALORE X_L MASSIMO = 2*m − XLMIN
TEST = SE(O(Dati! X < XLMIN; Dati! X > XLMAX); "Sì"; "")
In corrispondenza del dato "Sì" torno in Dati e sostituisco con il valore medio che ho letto una volta cancellato il valore [∀ "Sì"]
RISCHIO D'ERRORE = 2 * P_{XL}
COMMENTO (*)

formule delle Hp di identificazione

ERRORI SISTEMATICI

DISTRIBUZIONE SPERIMENTALE

Valore MIN esame = m − 4S = Dati! Valore MIN
Valore MAX esame = m + 4S = Dati! Valore MAX
Nc = Se non è fornito: $\sqrt{n}$ + 1 o 2
A = (Valore MAX − Valore MIN) / Nc = $a_1 - Da_1$
Tabelle:

DA	A
MIN	MIN+A
↓	↓ + A

; NUMERO di DATI = Somma (fa)
VALORE CENTRALE = MEDIA (Da i; a i)
fa = {FREQUENZA (Matrice_dati; colonna delle "a")}
fr = fa/n = frequenza relativa
pr = fr/A = densità di frequenza
Normale = DISTRIB.NORMALE(Valore Centrale; m; S; 0) = densità di probabilità normale
Se la distribuzione non è NORMALE possono esserci errori sistematici.
Metodi per verificare l'Hp di normalità
Eventuale presenza e tipo → GPN

TEST D'IPOTESI

TEST del χ^2

χ^2: frt = DISTRIB.NORM(a_i; m; s; 1) − DISTRIB.NORM(Da_i; m; S; 1)
fat = frt · n
fe = fe della DISTRIB.SPERIMENTALE
$(fa - fat)^2 / fat$
$\chi^2_{\text{SPERIMENTALE}}$ = valore di controllo sperimentale = SOMMA(...:...)

χ^2_{TEORICO}: LIVELLO DI FIDUCIA = 80% − 85%
NUMERO di CLASSI = CONTA NUMERI (...:...)
NUMERO di VINCOLI = 3
NUMERO di g.e = NUM.CLASSI − NUM VINCOLI

Valori di riferimento teorico:
χ^2 teor MIN = INV.CHI (1 − (1 − liv.fid.)/2; Num g.e)
χ^2 teor MAX = INV.CHI ((1 − liv.fid)/2; Num g.e)

"RAGIONI PER LIVELLO di FIDUCIA =
Conseg. ERR I° SPECIE = attenta verifica di effetti sistematici = BASSE
⟹ RISCHIO di ERRORE ELEVATO ⟹ Abbasso RISCHIO di II SPECIE:
Conseg. ERR II° SPECIE = RISCHIOSO"

COMMENTO:
Se χ^2 SPERIM è COMPRESO TRA [$\chi^2_{\text{TEO MAX}}$, $\chi^2_{\text{TEO MIN}}$]
⟹ "Non vi sono ragioni per rifiutare l'Hp di distribuzione normale" (⟹ No ERR SISTEMATICI)
Se non è compreso ⟹ "L'ipotesi nulla viene rifiutata al livello di fiducia P. Cioè vi è una probab (1−P) che non vi sia un'effettiva differenza della distrib. sperimentale dalla normale"
(Se < di $\chi^2_{\text{TEO MIN}}$ rifiuto perché troppo simili;
Se > di $\chi^2_{\text{TEO MAX}}$ " " " diverse.)

(*) Qual è la procedura corretta per operare con un errore sistematico individuato? Ripeto se possibile la misura e sostituisco gli outlier con un nuovo dato; se non è possibile ripetere la misura e non c'è un dato da sostituire, elimino il dato. Se è possibile lavorare con un valore mancante, l'outlier può essere sostituito con la media di tutti i dati dopo averlo escluso.

SCARTI dal valore di Riferimento

Misura	Cond1	...	CondN	MEDIA 2-5
⋮	⋮	⋮	$CondN_i - MisuraN_i$	= Media ($Cond2_i$ - $CondN_i$)

SCARTI CORRETTI per la tendenza 2-5

Misura	Cond1	...	RESIDUI
⋮	$Scarto_i$ - [a+b Misura$_i$] *		Media 2-5$_i$ - [...] *

COMMENTO: se IND. di ROB > 1

"Dato che l'ind. di Rob. è > 1 possiamo affermare che, con il rischio d'errore del ....%, la pendenza indicata è SISTEMATICA"

Tabella dei RESIDUI

t	x	REGR.	RESIDUI
1	x_i	= $$a + $$b · t	= x_i - $regr_i$
⋮	⋮	⋮	⋮

cioè i dati

Grafico:

CORREZIONE della DERIVA

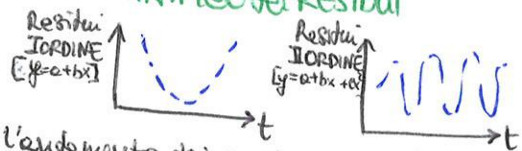
Se non abbiamo il valore migliore correggiamo con la MEDIA

	VALORE	CORREZIONE	VALORE CORRETTO
1	=Regressione!x_i	(m - Regr! $regr_i$)	= $VALORE_i$ + $CORREZIONE_i$
2			
⋮	⋮	⋮	⋮

COMMENTO:

"Non essendoci indicazione sulla causa della deriva (errore di disturbo, valori corretti dall'inizio alla fine, deriva strumento) si prende come valore corretto il valore medio."

GRAFICO dei RESIDUI



l'andamento dei residui è un utile indicatore sulla bontà del modello adottato:

- Se è presente un FATTORE SISTEMATICO e tale fattore viene individuato e CORRETTO i RESIDUI MANTENGONO gli EFFETTI ACCIDENTALI PRESENTI per cui si dispongono con andamento ALEATORIO/CASUALE allora c'è una FREQUENTE ALTERNANZA DEI SEGNI (+ e -) } MODELLO PIÙ ADEGUATO
- Se il FATT. SISTEMATICO NON è stato completamente CORRETTO, la sua presenza viene denunciata da un certo contenuto di REGOLARITÀ dell'andamento dei residui e i segni tendono a RAGGRUPPARSI. } MODELLO NON ADEGUATO

BARBATO LEZIONE ONLINE n°19 RESISTORS - INCERTEZZA

Se Dati per il calcolo non esatti uso questa tabella

ResistorsTre - Calc CIRCUITO ELETTRICO

Deve essere prodotto un circuito elettrico con un guadagno di un valore definito; dobbiamo decidere che tipi di resistori dobbiamo utilizzare per ottenere quel guadagno
I resistori in commercio hanno tolleranza 5% o 1% (più costosi)

TABELLA dell'INCERTEZZA

(Questo è semplificato: non contiene i dati statistici)

Modello Matematico = formula che calcola il guadagno $= G(R_1, R_2, R_3)$

$$G = \frac{1/R_1}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/(R_3+R_4)}$$

Come info di variabilità ho solo la Toll. dichiarata dell'1%.
Semicampo di variabilità (più o meno l'1%)

Molteplicità nulla (*)

Variabile x_i			Non Statistical		Parameters estimated		
Symbol	Value	Note	a_j	k_a	V_j	M_d	M_r
R_1	1	Toll.	$= 5\% \cdot \text{Value}R_1$	3	30	1	1
R_2				3	30	1	1
R_3				3	30	1	1
R_4				3	30	1	1

Parte della condizione meno costosa

trascino

$y = G$ = Scrivo il modello matematico inserendo al posto di R_i il "Value" i-esimo
(non ha unità di misura!)

Colonna dei coefficienti di sensibilità

	$u^2(x_j)$	$c_I = \frac{\Delta y}{\Delta x}$	$u_j^2(y)$	$u_j^4(y)/V_j$
R_1	$= fx$		$= fx$	$= fx$
R_2	"		"	"
R_3	"		"	"
R_4	"		"	"

Contributi alla varianza della y = MISURE di DEFORMAZIONE

Per Contributi di categoria b dobbiamo assegnare un valore e questo dipende
E' un fattore oscillante o no? la tolleranza va su e giù o è qualcosa di fisso? Fisso ⇒ 3
Quando sono presenti fattori circolari di solito si è in presenza di errori ciclici ↦ 2

g. l. $\begin{cases} 5 \\ 100 \text{ se detto di tutto fiducia} \\ 30 \end{cases}$

1% è un informazione di variabilità relativa, quando non c'è l'u.m. è una variabilità proporzionale al valore del resistore $= 1\% \cdot \text{Valore } R_1$

(*) Molteplicità nulla in questo caso perché R_1, R_2 ecc sono le variabilità di ogni singolo resistore (non la variabilità di un valore medio) e i resistori mi giocano uno per volta

Diverso sarebbe se R_1 lo facessi mettendo 2 resistori insieme infatti se uno fosse per errore più grosso e l'altro per errore più piccolo gioca il valore medio dei resistori

$$\text{u.m di } G = \frac{\frac{1}{\Omega}}{\frac{1}{\Omega}} = \text{adimensionato}$$

INCERTEZZA Hot Wire Anemometer = Anemometro a filo caldo

· Obiettivo: Per una serie di condizioni variabili e non vogliamo capire come gioca la tolleranza sul diametro del filo

Variable x_j			Non Statistical		Parameters estimated		
Symbol	Value	Note	a_j	k_a	ν_j	nd	nr
c	9,03 E01	Table	Se non mi danno un CAMPO di VARIABILITA' applico il METODO PUMA	3	30	1	1
r	...	Table		3	30	1	1
m	...	Table		3	30	1	1
Pr	...	Table		3	30	1	1
λ	...	Table		3	30	1	1
T	2,30 E+01	Guess	5,0E+00	3	30	1	1
d	1,00 E-04	Tolerance	dipende dal produttore del filo 5,0E-06 = ±5 micron	3	30	1	1
ρ	--	Table		3	30	1	1

$u^2(x_j)$	$c_i = \Delta y / \Delta x$	$u_j^2(y)$	$u_j^4(y)/\nu_j$	Result
				→ fx

$7,900 \ \frac{kg}{dm^3} = 7900 \ \frac{kg}{m^3} \rightarrow 2$

$7,90? \ \frac{kg}{dm^3} = 7900 \ \frac{kg}{m^3} \rightarrow 20$

METODO PUMA: Considero che l'incertezza tocca solo l'ultima cifra significativa del Value quindi 10^{-3} e assegno a a_j 2 unità della cifra meno significativa come intervallo di variabilità ragionevole = 2,0 E-03

esempi:		Value		a_j
	c	9,03 E-01	+2	2,0 E-03
	r	2,95 E-05		2,0 E-07
	m	3,85 E-01		2,0E -07 → secondo me è un ERRORE!
	Pr	6,88 E-01		2,0E -03
	λ	3,55 E-02		2,0E -04
	ρ	1,94 E-07		2,0E -09

	Value		a_j
S_{tp}	1,3 E-05	+1	2,0 E-06

0,903
0,002

Determino $y = L_{20}$ cioè il Modello Matematico ⇒ Ottengo l'"Expanded uncertainty"

INCERTEZZA Drawing Test

$n+1$

Dobbiamo qualificare il materiale per progettare un processo di trafilatura che vuol dire partendo da un certo diametro dire a quale diametro posso arrivare prima che si rompa il filo ⇒ Facciamo delle PROVE di TRAZIONE, applico una F_1 e valuto quale deformazione il materiale ha subito, poi si applica F_2 e si vede l'altra deformazione. Si approssima linearmente per quei 2 punti (la relazione F deformazione non è una retta ma la si approssima grossolanamente)

Ricordo che
- a volte la linearità approssima bene = INCERTEZZA di CORRELAZIONE
- a volte " " non " " e quindi la CORRELAZIONE fra modello matematico e realtà è troppo forte

Calcolo n = coeff. di incrudimento del materiale cioè quanto il materiale può essere deformato plasticamente

n, F e ε non sono valori esatti allora esiste l'incertezza
- della macchina di prova (cioè F)
- dell'estensimetro (cioè ε)

→ definiti ⇒ Contributo di categoria B

Variable x_j			Statistical					Non Statistical	
Symbol	Value	Note	U_1	P_{dj}	V_{dj}	K_{dj}	S_j	a_j	K_a
ε_1	0,37			95%	100	2,0	U_I/K_{dj}	2,0E-02	3
ε_2	0,62			95%	100	2,0		2,0E-02	3
F_{21}	1,835 E+04			95%	100	2,0		1,8E-02	3
F_{22}	3,295E+04			95%	100	2,0		3,3E+02	3

NON USO ⇒ 2 unità della cifra meno significativa che è stata dichiarata
METODO PUMA

1% · F_{ij}

Come gli es. precedenti ...

$y = n+1 = 1,6\cancel{2}$ → perché $U(y) = 1,7E-01$

So l'Incertezza che avrò

*

EpsMAX

			CAT A					CAT B	
Sym	Value	Note	u_1	P_{dj}	V_{dj}	K_{dj}	S_j	a_j	K_a
$n+1$	1,6			95	100	2	f_x		3
n	0,6			95	100	2	f_x	2,0E-02	3

dato che → Metodo Puma → allora:

V_d	n_d	n_{+1}	$U^2(X_i)$
30	1	1	= VARIANZA di y dalla tab in basso e DS *
30	1	1	

Esercitazione INCERTEZZA - INTERASSE

Misura dell'interasse fra 2 fori con gli STRUMENTI

CALIBRO VENTESIMALE A CORSOIO ANALOGICO ← → CALIBRO DIGITALE

Bisogno effettuare un'analisi dei dati sperimentali per controllare se vi siano effetti sistematici da parte degli operatori oppure dovuti alle diverse quote

Proporre alcune procedure di misura che utilizzano le quote rilevabili Q_1, Q_2, Q_3, C_1, C_2 e calcolarne l'incertezza prevista in modo da poter scegliere il metodo più vantaggioso

Alcuni modelli proposti: MEASUREMENT EQUATION

MODEL 1D: $Q_5 = \left(Q_2 + \frac{C_2}{2}\right) - \left(Q_1 + \frac{C_1}{2}\right)$; $Q_5 = Q_4 - \frac{C_1}{2} - \frac{C_2}{2}$;

MODEL 2D: $Q_5 = Q_3 + \frac{C_1}{2} + \frac{C_2}{2}$; MODEL 3D: $Q_5 = \frac{Q_3 + Q_4}{2}$

Caratteristiche note degli strumenti

unità di formato = 0,05 mm

$U(x) = \left(0{,}03 + 0{,}0002 \frac{x}{mm}\right) mm$

Incertezza estesa; valore sperimentale

unità di formato = 0,01 mm = Resolution (campo)

$E_{MAX} = \left(0{,}01 + 0{,}0001 \frac{x}{mm}\right) mm$ = Accuracy

Errore massimo; dipende dall'accuratezza dell'errore sistematico

errori accidentali lavora al massimo

Dichiarazione dell'operatore, basata sull'esperienza di un campo di variabilità = ± 0,01 mm = Reproducibility

indica quali sono gli errori accidentali

Calcolo l'incertezza combinata con le tabelle di Excel.

Model 1D

ATTENZIONE alle CONVERSIONI: 1 mm = 1*0,001 m

Scrivo solo i Symbol che compaiono nel modello proposto

FACTOR X_J SYMBOL	VALUE	REMARKS	NOT STATISTICAL a_J (semicampo)
i	Description ! C27*0,001	BIAS	= Accuracy = =(0,01+0,0001* Value_i *1000)*0,001 = EMAX convertito in m
		RES	= Resolution /2 = =0,01*0,001/2 =(Resolution in m)/2
		REPR	= Reproducibility = =$ K$6 *0,001 = Reproducibility in m

→ NOT STATISTICAL k_a	ASSIGNED PARAM. V_J	n_d	n_r	$U^2(x_J)$	$c_i = \Delta y / \Delta x$	ecc come sempre
3 perché non variano (Se variassero sarebbe = 2)	BIAS = 5	1		$= \left(\frac{a_J{}^{\wedge}2}{k_a} * \frac{n_d}{n_r}\right)_i$		
3	RES = 100	1				
3	REPR = 30	1				

$y = Q_5$

Esercitazione PROVA D'ESAME - Angolo Filettatura

ATTENZIONE a { UNITÀ di MISURA → • ; NUMERO di CIFRE SIGNIFICATIVE nei CONTRIBUTI d'INCERTEZZA e nei RISULTATI FINALI }

Esercizio ① ANALISI DATI

Dato il gruppo di risultati sotto riportati valutare l'eventuale presenza di effetti sistematici con il GPN. ← Possono anche non dircelo! Dobbiamo riconoscere quale utilizzare

Dichiarare il tipo di distribuzione riscontrato e le operazioni di controllo da applicare in conseguenza

Completo la tabella

DATI ELABORATI	i	X_i = Dati Ordinati	r. rel. Cum	g.p.n
già inseriti	copio da "Schema Analisi Dati Fogli" - "GPN D" $\boxed{1}$ $\boxed{2}$ incollo sul foglio. Poi trascino la + verso il basso	Posso evitare di fare la procedura come in "Schema An. Dati". PROCEDURA PIÙ SEMPLICE: Seleziono Dati Elaborati → Incollo qui come VALORI → Dati → In Ordine dalla A alla Z → Avviso ⊙ Continua con la selezione corrente → Ordina	Copio da "Schema An. Dati Fogli" - "GPN D" (Fr. cum. rel | GPN) incollo su foglio → Riposiziono il valore bloccato sulla i_{MAX} → Sia per r. rel. cum che per GPN faccio doppio click su + → Si completa tutta la colonna	

Ora vedo che è comparso il grafico (Se non ci fosse dovrei crearlo con $\begin{cases} Ox = X_i \\ Oy = g.p.n. \end{cases}$)

Guardo il grafico e mi chiedo che distribuzione è

È a forma di S ⟹ TIPO di DISTRIBUZIONE: È una DISTRIB. NORMALE

Infatti ricordo che il GPN è la rappresentazione integrale che traduce in pendenza l'altezza della normale

Mettere una X sulla risposta scelta:

- [ ] GLI EFFETTI OSSERVATI SONO SOLO ACCIDENTALI → Per il Teo del lim centrale DISTRIB. NORMALE
- [ ] CONTROLLARE LA PRESENZA di DERIVE o di DISCONTINUITÀ → D. IPONORMALE
- [x] CONTROLLARE SE GLI OPERATORI ESCLUDONO ARBITRARIAMENTE ALCUNI DATI (i più bassi o i più alti) → DISTRIB. IPERNORMALE

{ATTENZIONE: I quiz all'esame Possono anche essere o tutti corretti o tutti errati}

LIVELLO di FIDUCIA IMPOSTO — NUM di g. l. PRESUNTI — "Ripetibilità sulle misure L1 e L2 (varianza)" ⇒ INCERTEZZA = $\sqrt{\text{VARIANZA}}$ ⇒ Tolleranza ± è una semiampiezza!

INCERTEZZA ESTESA — SEMIAMPIEZZA del CAMPO di VARIABILITÀ — INCERTEZZA TIPO/SCARTO TIPO/SCARTO QUADRATICO MEDIO/DEVIAZIONE STANDARD

VARIABILE X_J			CAT A = Info statistiche					CAT B = NO statistiche	PARAMETRI ASSEGNATI								
Simbolo	Valore	Note	U_J	P_{dJ}	V_{dJ}	k_{dJ}	S_J	a_J	K_{aJ}	V_J	n_{dJ}	n_{ri}	$u^2(x_i)$	$c_i = \Delta y/\Delta x$	$u_i^2(y)$	$u_i^4(y)/\nu_i$	RANGO
d_2	= Casella nei dati	TOLL		95 %	100	= INV.T(1 − $P_{dJ\,i}$; $V_{dJ\,i}$) = Fattore di copertura presunto	$= \frac{U_J}{k_{dJ}}$	= DATI "Tolleranza sui diametri"	2	30	1	3	= fx		= fx	= fx	= RANGO($u_i^2(y)_i$; Matrice degli $u_i^2(y)$)
d_1	convertito in SI	TOLL		95 %	100		"		2	30	1	3	"		"	"	
L_2		ACC	= DATI "Incert. Estesa"	DATI 1 − 0,3% = 99,7%	DATI 9		"		3	~~30~~ 9	dai DATI ~~1~~ 5	1	"		"	"	
		RIP*		95 %	100			semiamp	3	30	1	1	"		"	"	
		RIS		95 %	100		"	= DATI/2 "Risoluzione"	3	100	1	5	"		"	"	
		RIPR		95 %	100		= RADQ(DATI)		3	7	1	5	"		"	"	
L_1	"	ACC	= DATI "Incert. Estesa"	DATI 1 − 0,3% = 99,7%	DATI 9		"		3	~~30~~ 9	~~1~~ 5	1	"		"	"	
		RIP*		95 %	100				3	30	1	1	"		"	"	
		RIS		95 %	100		"	= DATI/2 "Risoluzione"	3	100	1	5	"		"	"	
		RIPR		95 %	100		= RADQ(DATI)		3	7	1	5	"		"	"	
δt_P (SENSIBILITÀ ALLA TEMPER.)	"			95 %	100		"	METODO FUMA = 0,000002	3	30	1	1	"		"	"	
T	23			95%	100		"	I = (26−20) = 6; = 3 (6/2)	2	30	1	1	"		"	"	

RIS e SE NON NOTO

MOLTEPLICITÀ IN USCITA = quello che gioca è il diametro medio dei fili ⇒ si compensano tra loro se uno è più grande o più piccolo

l'esame dei valori di questa colonna indica il differente peso dei contributi d'incertezza!

I dati forniti sono $T_{MIN} = 20°C$, $T_{MAX} = 26°C$?

Se non so niente

Se la distribuzione è variabile nel tempo della T → uso il valore medio

Se no uso il VALORE CENTRALE 23°C (come ora!)

15 = NON SO, SONO i PIÙ ECONOMICI
30 = NON HO INFORMAZIONI
100 = POSSO CREDERCI A FONDO

NUMERO di g. l. CORRETTI dal FATTORE (METODO FUMA)

LIVELLO di FIDUCIA 95 % perché non ci sono informazioni a riguardo

INCERTEZZA ESTESA U(y) ... RAD

NUMERO di g. l. → NUMERO di DATI MEDIATI da cui è OTTENUTA l'INFORMAZIONE (Un solo filo = 1)

Fattore per il calcolo di incertezza di CAT B
- Se la DISTRIBUZIONE è UNIFORME $K_{aJ} = 3$
- Se il FATTORE è OSCILLANTE (oscillazioni, vibrazioni, geometria circolare) $K_{aJ} = 2$

Nel nostro caso tutti 3 tranne i diametri che sono circolari e la T

NUMERO dei DATI UTILIZZATI per OTTENERE il RISULTATO come MEDIA

y = ... RAD

* la RIPETIBILITÀ è contenuta in RIPR ⇒ Non serve nulla

Valuta solo lo strumento — Valuta strumento, cond. amb., ecc.

RISPOSTE

① Indicare i principali fattori d'incertezza da considerare per diminuire l'incertezza

= "Tolleranza dei fili calibrati" oppure vedo rango 1, 2 e 3 e lo scrivo
"Ripr L1, ecc L1 e L2" ↗7

② Indicare i principali fattori d'incertezza da considerare per diminuire i costi

= "Risoluzione del micrometro" infatti devo peggiorare qualcosa e prendo i ranghi maggiori 8, 7 e 6 → "Ris"

③ Fare una valutazione quantitativa sulla diminuzione d'incertezza

= "L'incertezza U(y) scende a 1,7e-2" oppure

"Se riduciamo del 30% l'**EFFETTO** della RIPRODUCIBILITÀ la U(y) si riduce a 3,4e-2"

Possiamo vedere i contributi di riproducibilità H e ridurli del 30% = * 0,7

TEMA D'ESAME Misure di bassa pressione

Hp: Incertezza della vite micrometrica (che consente di determinare V_1 e V_2) è dovuta a ERRORE CICLICO e che il risultato deve essere fornito (come media di 4 misurazioni successive)

STRUMENTO PER LA MISURA della PRESSIONE:
Utilizzato per misurare $\Delta P = [Pa]$, Incert. esteso (certificato di taratura) $U_a = \dots$ relativo } ACC
Num. di g. l. dichiarati nel certificato = 9
Risoluzione $r_A = [Pa]$
Intervallo di sensibilità S_{TA} alla temp. ambiente $\pm [°C^{-1}]$

Anche se non specificato

X_j				CAT A				CAT B		PAR. ASSEG			
SIMB	VALORE	NOTE	UI	Pdj	Volj	kdj	Sj	aj	koj	Vi	Mdj	nri	
ΔP	[Pa]	ACC	Ua • Valore	95%	9	fx	fx		3	9	1	1	° ° °
		RIS		95%	100	fx	fx	$=\frac{[Pa]}{2}$	3	100	1	4	
		RIPR		95%	100	fx	RADQ (Varianza)		3	22-1	$\frac{1}{?}$ 22	4	

secondo me è giusto 22

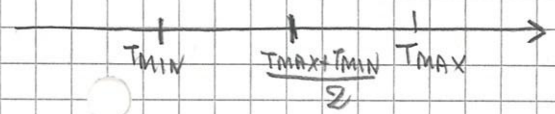
PROCESSO di MISURA:
Riproducibilità RPR: Varianza Varpr ottenuta su $\Delta P = [Pa^2]$, Numero di prove per il calcolo della riproducibilità = 22

STRUMENTO per la MISURA dei VOLUMI:
$V_1 = [m^3]$, $V_2 = [m^3]$, ERRORE MASSIMO DICHIARATO (CICLICO) = $\pm [m^3]$, RISOLUZIONE = r_B $[m^3]$

Non ci sono info sul numero di dati utilizzati, né sul num di g.l. e trattandosi di uno caratteristico che coinvolge errori sistematici quindi un'

V_2	$[m^3]$	ACC		95	100	fx	fx	$[m^3]$	2	5	1	1	operazione di taratura che può essere fatta con poche misurazioni, per il METODO
		RIS		95	100	fx	fx	$[m^3]/2$	3	100	1	4	PUMA si adotta un numero ragionevole di g.l. = 5
V_1	$[m^3]$	ACC		95	100	fx	fx	$[m^3]$	2	5	1	1	
		RIS		95	100	fx	fx	$[m^3]/2$	3	100	1	4	

° ° ° della TEMPERATURA
$T_1 = T_{amb}$,
$\Delta T = T_2 - T_1 = [°C] \Rightarrow T_2 = \Delta T + T_1$ (1)
[°C] Accuratezza del termometro per la misura T_1 e T_2 valutata come incertezza tipo della media di 5 prove
Risoluzione del termometro per la misura di T_1 e T_2 [°C]
CONDIZIONI di MISURA:
$T_{MIN} = [°C] = [K]$; $T_{MAX} = [°C] = [K]$



© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 25 di 78

TEMA D'ESAME — Posizione Baricentro - Bilanciamento — ES02

valori convenzionali di massa m_{ei} ottenuti con una bilancia e di valori di densità corrispondenti ρ_i

la procedura di misura richiede di replicare n_x volte la misura delle posizioni x_i = 8

n_m " " dei valori convenzionali di masse m_{ei} = 3

BILANCIA per la misura dei valori convenzionali di MASSA

m_{e1} = [kg]; m_{e2} [kg] — Acc: Inc. esteso [kg] con rischio d'errore R e num di g. l. dichiarati = 18

Rip: Scarto tipo [kg]

Ris: [kg]; Sensibilità Stm alla t [°C⁻¹]; Temp. di riferimento T_R [°C]

MISURA delle POSIZIONI delle MASSE

X_1 = [m]; X_2 [m] — MOLTEPLICITÀ in INGRESSO — Incert. tipo sui valori medi di posizione [m] determinato utilizzando 2 misurazioni ciascuna posizione; coeff di dilatazione termica del collegamento [°C⁻¹]

MISURANDO Densità (misurata) del materiale della prima massa ρ_1 [kg/m³] con varianza V determinata con 10 misurazioni

Densità (tabellare) del materiale della seconda massa ρ_2 [kg/m³] = 7800

Non si parla di VALORI MEDI ⟹ la molteplicità è unitaria

$T_{ambiente}$ = 25 °C

X_j			CAT A					CAT B		PARAM. ASSEGN		
SIMB	VAL.	NOTE	UI	Pdi	νdi	Fdi	Si	ai	Fai	νi	ndi	nxi
m_{e1}	[kg]	Acc	[kg]	1-R	18	fx	fx		3	18	1	~~1~~ 1
		RIP		95	30	fx	[kg]		3	30	1	3
		RIS		93 95	30	fx	fx	[kg]/2	3	100	1	3
		~~RIPR~~		~~93 95~~	~~30~~	~~fx~~	~~fx~~		~~3~~	~~30~~ 1	~~1~~	~~3~~
m_{e2}	[kg]	ACC	[kg]	1-R	18	fx	fx		3	18	1	~~2~~ 1
		RIP		95	30	fx	[kg]		3	30	1	3
		RIS		93 95	30	fx	fx	[kg]/2	3	100	1	3
		~~RIPR~~		~~93 95~~	~~30~~	~~fx~~	~~fx~~		~~3~~	~~30~~ 1	~~1~~	~~3~~
X_1	[m]	ACC		93 95	30	fx	[m]		3	=2-1= ~~30~~ 1	2	6 ~~8~~ 1
X_2	[m]	ACC		93 95	30	fx	[m]		3	=2-1= ~~30~~ 1	2	~~8~~ 1
ρ_1	kg/m³	ACC		93 95	30	fx	RADQ(V)		3	~~30~~ 10-1	1	1
ρ_2	kg/m³	TABLE	Errore da seconda me	93 95	30	fx	fx	20	3	30	1	1

7800

↳ mi è legato per il TEO del LIMITE CENTRALE a EFFETTI ALEATORI
se sono ERRORI SISTEMATICI come un'accuratezza non
• posso applicarlo e quindi rimane 1 !

OSS: Kai non serve quando non c'è c_i
come Pdi e Vdi non li modifico se non modifico Vi

* OSS: "Valutata come ~~incertezza~~ variabilità tipo della media di 5 prove"
NON vuol dire che sono state fatte 5 prove
Potrebbero essere state 3 prove e dallo scarto tipo dei 3 risultati (scarto tipo dei valori singoli) calcolato con il Teorema del limite centrale lo scarto tipo della media di 5 dati

TEO LIM CENTRALE : VARIANZA MEDIA = $\dfrac{\text{VARIANZA DATI SINGOLI}}{\text{NUMERO di DATI MEDIATI (molteplicità)}}$

Elementi di misure meccaniche

Nella colonna a destra delle risposte proposte inserire 1 se la ritenete vera, 0 se la ritenete falsa e nulla in caso di dubbio. Le risposte sbagliate tolgono punteggio, quindi non conviene tentare. Per ogni domanda il numero delle risposte corrette può variare da 0 a 4.

L'effetto dell'accelerazione di gravità locale		Soluzione
è legato alla posizione geografica del luogo in cui avviene l'operazione di pesatura		1
è significativo per le operazioni di pesatura basate sulla misura diretta della forza		1
è significativo per le operazioni di pesatura basate sulla condizione di uguaglianza tra forze		0
richiede una taratura sul posto del sistema per pesare		0

Misure di lunghezza per contatto con macchine di misura a coordinate		Soluzione
La presa punto di una macchina di misura a coordinate determina direttamente le coordinate del punto di contatto.		0
Nelle misure di esterni occorre sottrarre due volte il raggio del tastore.		1
Nelle misure di interni occorre sommare due volte il raggio del tastore.		1
Tutte le misure risentono di errori costanti sul raggio del tastore.		0

Errori tipici nelle misure dimensionali		Soluzione
L'effetto congiunto dell'errore di zero e dell'errore di sensibilità può essere rappresentato in forma esponenziale.		0
Nella semplice misura di un segmento con un righello, l'errore di zero dipende dalla lunghezza del segmento misurato.		0
L'errore di zero e l'errore di sensibilità si escludono a vicenda.		0
Nella semplice misura di un segmento con un righello, l'errore di sensibilità può essere fornito in forma relativa rispetto alla lunghezza del segmento misurato.		1

L'effetto delle interazioni geometriche nelle misure di lunghezza		Soluzione
Se è verificata la condizione di Abbe, è garantita l'eliminazione dell'errore del coseno.		0
L'errore del coseno si può verificare anche nella semplice misura di un segmento con un righello.		1
L'errore del seno si può verificare anche nella semplice misura con un calibro a corsoio		1
L'errore di allineamento sulla misura per la sua espressione matematica viene anche detto "errore del seno".		0

La misura diretta della massa		Soluzione
può richiedere l'uso di specifiche celle di carico		1
richiede di conoscere con sufficiente accuratezza l'accelerazione di gravità locale		1
è basata su una condizione di equilibrio con masse standard		0
utilizza una valutazione del momento prodotto dalla massa stessa		0

• Estensimetri elettrici a resistenza:
- L'effetto di T produce solo una variaz. del segnale di zero [0]
- Il principio di funzionamento si basa sulla 1ª legge di Ohm [1]
- Nel collegamento a ponte di Wheatstone i segnali dei 4 estensimetri si sommano. [0]
- La sensibilità trasversale viene determinata dal costruttore per ogni tipo di estensimetro [1]

• La misura di pressione:
- Il valore della pressione può essere influenzato dalle condizioni di moto del fluido. [1]
- I sistemi basati sulla forza peso non dipendono dalla deformazione di un elemento elastico. [1]
- La pressione atm. è un tipo particolare di pressione relativa [0]
- Il manometro a U è un tipo di misuratore a colonna di liquido. [1]

• L'effetto della distorsione termica nelle mis. di lunghezza:
- È chiamato anche errore di Abbe [0]
- Porta a errori solitamente trascurabili [0]
- È tanto maggiore quanto più è grande il braccio di leva [1].
- È facilmente individuabile nei comuni strumenti di misura [ ].

2. MISURE di MASSA e di FORZA...

es: BILANCIA $F_P = m g \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_m}\right)$

FORZA PESO

FORZA di GRAVITÀ

per mezzo di

massa volumica del fluido

dell'oggetto

L'EFFETTO di...

DENSITÀ dell'ARIA

(IL VALORE CONVENZIONALE di MASSA)

$\cancel{g}\, m\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_m}\right) \approx m_e\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_{me}}\right)\cancel{g}$

MISURANDO

CAMPIONE

MASSA CAMPIONE

$\frac{\rho_a}{\rho_{me}}$ piccolo

$m\left(1 - \frac{\rho_{at}}{\rho_m}\right) \approx m_t\left(1 - \frac{\rho_{at}}{\rho_t}\right)$ ARIA TIPO

CAMPIONE IDEALE con ρ_t, in aria con ρ_{at}

$m_e\left(1 - \frac{\rho_{at}}{\rho_{me}}\right) \approx m_{te}\left(1 - \frac{\rho_{at}}{\rho_t}\right)$

valore convenzionale di massa

termini correttivi moltiplicativi

$\Rightarrow \boxed{m_t \approx m_{te}}\left(1 + \frac{\rho_{at} - \rho_a}{\rho_{me}} - \frac{\rho_{at} - \rho_a}{\rho_m}\right)$

Variazione di ρ_a:

Significativo per una pesata di oggetti di BASSA DENSITÀ (di oggetto e masse)

Generalmente $\Delta\rho_a <$ 2 parti su 10 000

$\Rightarrow$ TRASCURABILE

$\boxed{m \approx m_t}\left(1 - \frac{\rho_{at}}{\rho_t}\right) \approx m_{te}\left(1 - \frac{\rho_{at}}{\rho_t} + \frac{\rho_{at} - \rho_a}{\rho_{me}} - \frac{\rho_{at} - \rho_a}{\rho_m}\right)$

massa reale

ACCELERAZIONE di GRAVITÀ

non trascurabili perché le distanze sono di 10, 100 km.

Le variazioni sono legate a

DISTANZA dal CENTRO di GRAVITÀ della TERRA

legate a

- posizione dell'Ellissoide
- distanza dall'equatore
- latitudine
- altitudine rispetto all'Ellissoide di riferimento o livello del mare

ACCEL. CENTRIFUGA dovuta al MOTO di ROTAZIONE

dipende da

- inclinazione della verticale locale rispetto all'asse di rotazione
- distanza dall'asse di rotazione
- latitudine
- altitudine del luogo considerato

+ irregolarità locali dovute ai minerali

METODI di RISOLUZIONE

1. Se IMPIANTI FISSI $\Rightarrow$ TARATURA sul posto (costosa)
2. " " NON FISSI $\Rightarrow$ TARATURA PREVENTIVA
3. Suddivisione territorio nazionale in ZONE CONVENZIONALI nelle quali Δg varia entro i limiti consentiti

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 35 di 78

...TRASDUTTORI di FORZE...

↳ MOMENTI → EQUILIBRIO: $R_F = 0$, $R_M = 0$

1. Inserisco le FORZE da misurare nell'ELEMENTO ELASTICO
2. Identifico delle SOLLECITAZIONI (nella sezione)
3. Posso trasformarle in un campo di TENSIONI MECCANICHE

σ → $\sigma_N = \frac{N}{A}$ ⟹ $\Delta L = cost$; → σ_{mf}

$\tau = \frac{T}{A}$

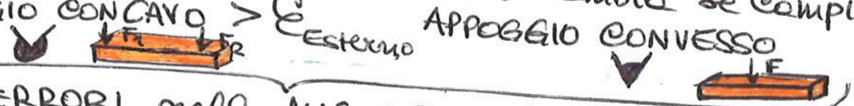
LEGGE di HOOKE: sforzo ∝ allungamento delle fibre tese ⟹ $\Delta F \propto \Delta L$

PRINC. di DE SAINT VENANT: lontani dalla zona di applicazione la distribuzione delle tensioni è indipendente dalla distribuzione delle forze sulle zone di applicazione.

generalmente non è rispettato nelle strutture meccaniche e in particolare negli elementi elastici dei dinamometri!

⟹ La Forza-Uscita dal dinamometro cambia se cambiamo l'APPOGGIO

$\varepsilon_{esterno}$ APPOGGIO CONCAVO $> \varepsilon_{esterno}$ APPOGGIO CONVESSO



CAUSA ERRORI nelle MISURAZIONI!

4. queste producono le DEFORMAZIONI $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\sigma}{E}$ (allungamento)
5. da cui si ottiene un SEGNALE ELETTRICO e delle piccole VARIAZIONI di RESISTENZA ELETTRICA grazie all'uso di ESTENSIMETRI ELETTRICI A RESISTENZA (fili elettrici che localizzano la zona da misurare) → 6.

(misurano ε e la trasformano in ΔR elettrica)

2ª LEGGE di OHM $R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{a^2}$ ⟹ Se $\Delta L >>$, $A <<$ ⟹ $R >>$

R: Resistenza del conduttore a sezione cost; ρ: resistività; L: allungamento

$$\Rightarrow \left(\frac{\Delta R}{R}\right)_g = (1+2\nu)\,\varepsilon = k\,\varepsilon$$

→ Mat. metall. $\nu = 0{,}3$ ⟹ $\frac{\Delta R}{R} \simeq 1{,}6\,\varepsilon$

→ Comp. elastico $\varepsilon = 10^{-3}$ ⟹ ΔR piccola

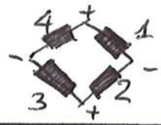
FATTORE di TARATURA dell'estensimetro $= k = \frac{\Delta R}{R} \cdot \frac{1}{\varepsilon}$

[−2 leghe di Cu ÷ 4 platino]

Non usiamo i semiconduttori perché sono sensibili a T e infatti $k = 100$!

6. sono gestite dal CIRCUITO A PONTE di WHEATSTONE che produce una VARIAZIONE RELATIVA di TENSIONE ELETTRICA

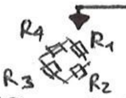
$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{k}{4}(\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4)$$



6. MISURE di ΔR negli ESTENSIMETRI → consentono: MISURA di DEFORMAZIONE con RISOLUZ $= 1\ \mu m/m$; MISURA di RESISTENZA con RISOLUZ $= 2\ \mu\Omega/\Omega$

⟹ RISOLUZIONE ASSOLUTA di R è PICCOLA

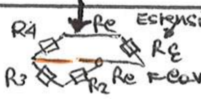
CIRCUITO SPECIALE a **PONTE di WHEATSTONE** [2 partitori di tensione in parallelo]



4 ΔR uguali in valore assoluto ma a 2 a 2 di segno opposto

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{4}\left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4}\right) = \frac{k}{4}(\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4)$$

Quando gli ESTENSIMETRI sono usati per realizzare altri STRUMENTI di MISURA (TRASDUTTO di F e P)



$R_1 = R_\varepsilon + 2R_c$

$\frac{\Delta V}{V} = \frac{k}{4}\varepsilon_1$ (contributo cavi)

Si ha un'ATTENUAZIONE del SEGNALE CALCOLABILE e un DISTURBO legato a ΔR_c (es: T) difficilmente valutabile

per ridurre ΔR_c → "CIRCUITO A TRE CAVI"

Pongo uno dei cavi adiacente al uno di MISURA ⟹ Segni opposti ⟹ Si compensano

$$\frac{\Delta V}{4} = \frac{k}{4}\varepsilon_1 \frac{R_\varepsilon}{R_\varepsilon + 1R_c}$$

Contributi d'incertezza della parte elettrica sono trascurabili rispetto a quelli dell'estensimetro

3. MISURE di PRESSIONE → GR. INTENSIVA $P = \frac{F}{S}$

applicando una F su una Superficie ⇒ collegandola con F ehe è ESTENSIVA

$P_{ATM} = 0{,}101325\ MPa = 1013{,}25 = mbar = 14{,}696\ psi \approx 10^5\ Pa \approx 1\ bar$ (eccezione del SI)

(caso di PASSOLUTA)

Strum. misura = BAROMETRO

→ Influenzato dal MOTO del FLUIDO

$P_{TOT} = P_{STATICA} + P_{DINAMICA}$

dove $P_{DINAMICA} = \frac{1}{2}\rho v^2$

$1\ mmHg = 1\ torr = 133{,}3\ Pa$

$P_{ARTERIOSA} = 13 \cdot 10^3\ Pa$ → in CAMPO MEDICO anche mmHg

In CAMPO AEREONAUTICO → psi = LIBBRA al POLLICE QUADRATO

$1\ psi = 6894{,}7\ Pa$

In CAMPO IDRAULICO → mmH_2O

$1\ mmH_2O = 9{,}80\ Pa$ (a 4°C)

STRUMENTI di MISURA (→ TRASDUTTORI) sulla base della F misurata

FORZA PESO: masse fluido

ACCOPPIAMENTI PISTONE-CILINDRO utilizzato come
1. GENERATORE di P
2. MISURATORE di P (Bilance Manometriche)

- il GIOCO evita l'attrito.
- il contatto viene evitato con ROTAZIONE RELATIVA ⇒ FORZA IDRODINAMICA di CENTRAGGIO [$v_{fluido} \neq$ ⇒ $\neq p$]
- L'ARIA su cui è applicata F è INDETERMINATA (varia con P) ⇒ Tengo conto delle E e dei coeff. di ΔS

COLONNE di LIQUIDO

$P_1 - P_2 = g_I [\rho_2(h_2 - h_{L2}) + \rho(h_{L2} - h_{L1}) - \rho_1(h_1 - h_{L1})]$

1. MANOMETRO A TUBO AD U *
2. MANOMETRO A VASCHETTA: poco sensibile a Δρ ⇒ P_1 è trascurab.
3. MANOMETRO A TUBO INCLINATO: Maggiore sensibilità, lettura più difficile

(1) Voluto Δρ infatti spinto dalle diverse pressioni il liquido si pone ad altezze diverse

FORZA ELASTICA: spostamenti e E

ELEMENTO ELASTICO A TUBO

Usati per
1. TRASFORMARE le SOLLECITAZIONI ELASTICHE dovute a P in uno SPOSTAMENTO AMPLIFICATO → TUBO di BOURDON
2. misurare le DEFORMAZIONI CON ESTENSIMETRI ELETTRICI A RESISTENZA

→ TUBI CIECHI sollecitati a PASSIALE e a PCIRCONFER (+vantaggiosa)

3. direzioni di deformazione a compressione → TUBI APPIATTITI

Vantaggiosi per ALTA RIGIDEZZA, Svantaggiosi per BASSE PORTATE (non sensibili)

ELEMENTO ELASTICO A DIAFRAMMA

→ per migliorare
(1) → DIAFRAMMI CORRUGATI (CAPSULA ANEROIDE)
(2) → DIAFRAMMI PIATTI + estensimetri

ELEMENTO ELASTICO A SOFFIETTO

ELEMENTO ELASTICO MASSICCIO

Fluidi + sensibile
MANGANINA
LEGA di Au, 2,1% Cr (migliore per T)

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{2P}{E} + \frac{\Delta \rho}{\rho}$$

Per alte Pressioni

Impianti in mezzo FLUIDO:
COMPORTAMENTO DINAMICO

Il sistema dinamico è oscillante per
- Frequenze proprie + fasi caratteristiche
- Volume di.

GAS = fluido MOLTO ELASTICO
↓
TRASDUTTORE collegato a
- TUBO di SEZIONE UNIFORME
- CAVITÀ di ADATTAMENTO

LIQUIDO = fluido relativam. INCOMPRESSIBILE
- contributo oscillante
- rigidezza
⇒ elasticità elemento elastico non trasc.

Devo:
1. L<<
2. A>>
3. Rigidezza trasd>> e A<< e m<<

+ Corretto valore di Smorzam.

5. MISURE di DUREZZA

→ GRANDEZZA "CONVENZIONALE" definita da LUNGHEZZA - FORZA - TEMPO e altri PARAMETRI (INCERTEZZA)

Mohs: "Resistenza che il materiale oppone alla separazione delle sue particelle"

Hertz: "Pressione normale, riferita all'unità di superficie, al centro di un'area di contatto capace di sollecitare il materiale, in un suo punto al limite dell'elasticità: deformazione permanente per i corpi plastici ed incipiente fessurazione per quelli fragili"

è una GRAND. MECCANICA CONVENZIONALE per i materiali METALLICI

Non ci sono ancora scale universalmente accettate per i materiali NON METALLICI
→ (6) SHORE ancora in fase definitiva (Elastomeri e Gomme)

SCALE di DUREZZA

(1) BRINELL
Penetratore: SFERA D'ACCIAIO → misuro i 2d.
(+) SEMPLICITÀ, rapidità, economia, non distruttiva, no provini, grandezza collegata a caratt. del materiale, ottimo metodo di qualità
(−) AMBIGUITÀ della MISURA, non reversibilità dei dati (NON posso risalire ai valori di 1 caratt.)
Relazione: $H = \frac{P}{S}$
IMPRONTA {di RIGONFIAMENTO e / di INFOSSAMENTO} creata da DISPOSITIVI OTTICI
⇒ Misuro la posizione dell'OMBRA sul confine dell'impronta e dipende da
- PROFILO della SEZIONE del BORDO dell'IMPRONTA
- ANGOLO di COPERTURA dei CONI di ILLUMINAZIONE e OSSERVAZIONE = APERTURA NUMERICA (NA) dell'OBIETTIVO del MICROSCOPIO

CAUSA di INCERTEZZA

(2) LUDWICK
$H = \frac{P}{S}$
Penetratore: CONO CIRCOLARE RETTO
(−) apertura errata di 90°

(3) ROCKWELL
Penetratore: Sfera o Cono
(+) PRATICITÀ del METODO; Risolve probl. di Brinell
- dimensione elevata impronta
- probl. MATERIALI DURI → Soluz: DIAMANTE
- Velocità prove bassa;

(−) PERDITA delle CARATTERISTICHE METROLOGICHE di Brinell:
- misura PROFONDITÀ dell'impronta pone problemi su F-spostamento (cond. appoggio + rigidezza sist. di misura) ed è effettuata direttamente sulla macchina.

(5) KNOOP
$H_K = \frac{P}{S}$
Penetratore: PIRAMIDE di DIAMANTE con BASE a ROMBO
$\frac{d}{D} = \frac{1}{7}$

(4) VICKERS
(Derivato da Brinell)
$HV = \frac{P}{S} = H$
(+) Penetratore:
- DIAMANTE → risolve i problemi delle durezze elevate Brinell
- FORMA PIRAMIDALE a BASE QUADRATA ANGOLO 136°
→ facilità di lavorazione
→ rapporti forma impronta cost

(−) CRITICITÀ della misura dell'IMPRONTA

(7) MARTENS
$HM = \frac{F}{As(h)}$
misura continua della F applicata dal penetratore e della misura dell'impronta sia in fase di CARICO che di SCARICO
Può essere effettuato con 4 penetratori diversi

Tutte le PROVE:
1. Il penetratore con un CARICO APPLICATO penetra nel materiale in prova (In Rockwell PRE-CARICO F_0)
2. [In Rockwell applicazione del CARICO TOTALE F] permane per un certo tempo
3. Viene rimosso [In Rockwell solo F]
4. Viene valutata la deformazione permanente
5. Si fornisce la DUREZZA

∀ SCALA deve rispettare delle NORME ma NON TUTTI i PARAMETRI che INFLUENZANO la prova sono previsti dalle norme
⇒ AUMENTA l'INCERTEZZA

Queste:
differiscono dalle modalità di esecuzione + parametri di forma e dimensione del penetratore + del carico applicato + dalle modalità di misura della deformazione

PRO (+): NO PROVINO, NON DISTRUTTIVA, ci indicano lo STATO MICRO STRUTTURALE e PROPR. MECC., informano per la QUALIFICA, sono MOLTO RAPIDE

CONTRO (−): PROBLEMI di TARATURA delle MACCHINE di PROVA

VERIFICA DIRETTA
A. Penetratore
B. Sistema di Applicazione dei Carichi
C. Sistema di Misura dell'impronta
D. Verifica della rigidità
(difficilmente eseguita nella realtà!)

VERIFICA INDIRETTA
A. scostamento (errore) $\bar{X} - X_{cert}$
[B. ripetibilità] $(X_{MAX} - X_{MIN})_{prove}$
Utilizzo Blocchi di Riferimento di durezza certificati e ∀ blocco effettuo 5 PROVE

SISTEMA INTERNAZIONALE

grandezze fondamentali:

TEMPO → s
LUNGHEZZA → m
MASSA → kg
TEMPERATURA → K
QUANTITA' di SOSTANZA → mol
INTENSITA' di CORRENTE ELETTRICA → A
INTENSITA' LUMINOSA → cd

grandezze derivate

FREQUENZA → Hz $[s^{-1}]$
FORZA → N $[m \cdot kg \cdot s^{2}]$
PRESSIONE → Pa $\left[\frac{N}{m^2};\ m^{-1} kg\, s^{-2}\right]$; $1 bar = 10^5 Pa$ [No Atm!]
ENERGIA, LAVORO, QUANTITA' di CALORE → J $[N \cdot m]$ [No cal!]
POTENZA, FLUSSO ENERGETICO → W $[J \cdot s^{-1}]$ [No eV!]
CARICA ELETTRICA → C_{oulomb} $[s \cdot A]$
POTENZIALE ELETTRICO → V $[W \cdot A^{-1}]$
VOLUME → $\ell = 10^{-3} m^3$
TEMPO → $1 min = 60 s$
$1 h = 3600 s$
$1 d = 86400 s$
ANGOLO → $1° = \pi/180\ rad$
$1' = \pi/10800\ rad$
$1'' = \pi/648000\ rad$
LUNGHEZZA → $1 Å = 10^{-10} m$

ATTENZIONE:

NOMI
- minuscolo
- NO accenti
- NO plurale

SIMBOLI
- Iniziale minuscola (eccetto i nomi propri)
- NO punto
- -SIMBOLO

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 43 di 78

STATISTICA

Prof: Giulio Barbato
Mail: giulio.barbato@polito.it
→ OGGETTO: SSMM

ESAME
1. Questionario da −3 a +3 punti
   fino all'incertezza di misura
2. Esercizi su Excel

LABORATORIO → Lunedì

Squadra L12
- Rinaldi Maria
- Riva Gon Giovanni
- Ramanozzi Andrea
- Russo Caterina
- Solonne Roberto

ESAME
1. Applicazioni di Probabilità e Statistica
2. Analisi dei Dati Sperimentali
3. Valutazione dell'Incertezza di misura
4. Concetti base nelle misure meccaniche

$h = 2 + 1/2$

→ Risposta Multipla, 4 risposte che possono essere V o F [?]
le risposte sbagliate tolgono più punti di quanti non ne aggiungono quelle V

Segna: 1 0 X

MISURE
1. DIMENSIONALI → di LUNGHEZZA
2. MASSA
3. FORZA
4. PRESSIONE
5. PORTATA
6. DUREZZA
7. DEFORMAZIONE

DISTRIBUZIONE STUDENT

$P_{coda/e} = \text{DISTRIB.T}(t; \nu; \text{Code})$

ν: g.l.

$t>0$

Code: 1 per $\frac{\alpha}{2}$ CODA di DESTRA; 2 per α CODE

oppure $P_{code}/2$

oss: $\alpha(-t) = 1-\alpha(t)$

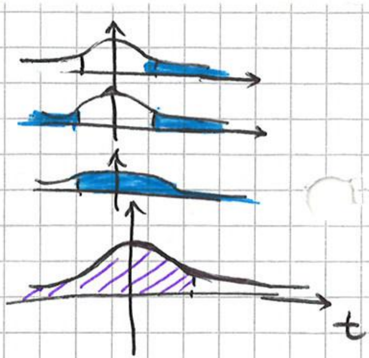
$P_{coda} = 1 - \text{DISTRIB.T}(-t; \nu; 1)$

Se $t>0$:
- Se Code $=1$
- Se Code $=2$

Se $t<0$:
- Se Code $=1$

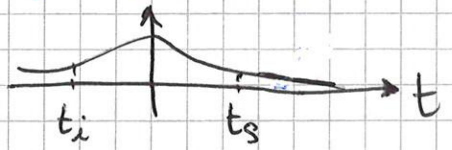
$P_{cumulata} = 1 - \text{DISTRIB.T}(t; \nu; \text{Code})$

se Code $=1$



$t_s = \text{INV.T}(\beta; \nu)$

β: DOPPIA AREA della CODA di DS, $2\alpha_s$



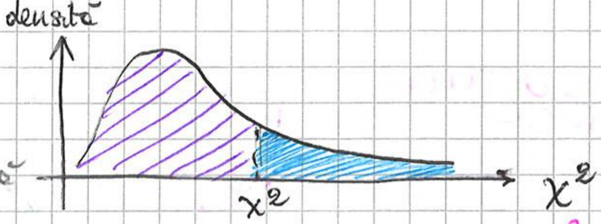
$t_i = -\text{INV.T}(\beta; \nu) = \cancel{\text{INV.T}(2(1-\alpha_i); \nu)}$

β: $2\alpha_i$

DISTRIBUZIONE CHI QUADRO

$P_{coda} = \text{DISTRIB.CHI}(\chi^2; \nu)$ $\cancel{; \begin{smallmatrix}1\\0\end{smallmatrix}}$ — P / Densità

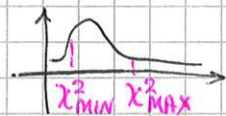
$P_{cum} = 1 - P_{coda}$



$\chi^2 = \text{INV.CHI}(P_{coda}; \nu)$ $\cancel{; \begin{smallmatrix}1\\0\end{smallmatrix}}$ $= \text{INV.CHI.QUAD}(P_{cum}; \nu)$

χ^2_{MINIMO}

$\chi^2_{MASSIMO}$



DISTRIBUZIONE FISHER

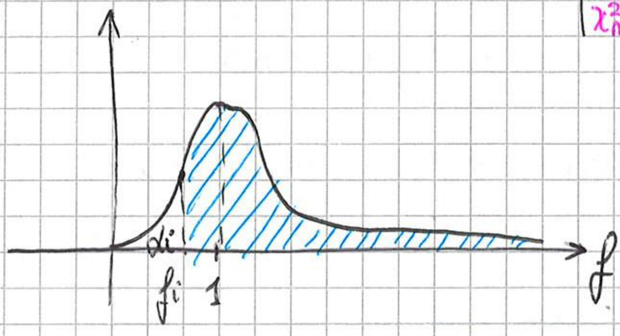
$P_{coda} = \text{DISTRIB.F}(f; m; n)$

f: rapporto delle varianze >0

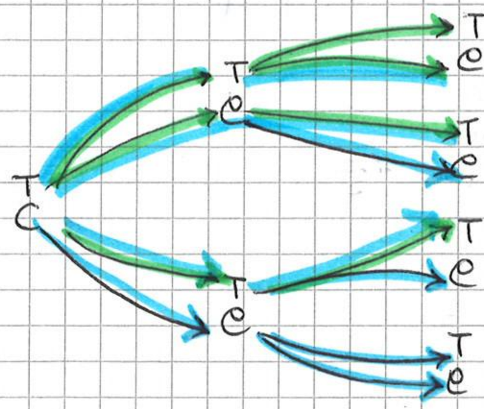
m: g.l. $N(x)$

n: g.l. $D(x)$

$f = \text{INV.F}(\alpha_s; m; n)$



(3b) Probabilità che in 3 lanci di una moneta venga almeno 2 volte T

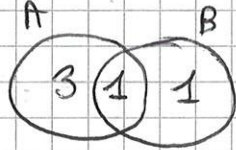


$$P_{TOT} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$$

(3c) Probabilità che in 3 lanci di una moneta venga non più di 2 volte testa

$$P_{TOT} = \frac{7}{8}$$

ESTRAZIONE SENZA REIMMISSIONE



(4) In un lotto di 500 pezzi vi sono { 4 pezzi con il difetto A
2 " " " " B

Uno di tali pezzi ha però entrambi i difetti.
Determinare la probabilità esaminando 2 pezzi di trovarne:
a) solo uno difettoso
b) almeno uno difettoso

AZIONE 1 — AZIONE 2 — AZIONE 3

AZIONE 1		AZIONE 2		AZIONE 3	
DIF	5/500	DIF	4/499	DIF	3/498
				NO	495/498
		NO DIF	495/499	DIF	4/498
				NO	494/498
NO DIF	495/500	DIF	5/499	DIF	4/498
				NO	494/498
		NO DIF	494/499	DIF	5/498
				NO	493/498

• $P_{TOT} = \frac{5}{500} \cdot \frac{495}{499} + \frac{495}{500}\frac{5}{499} = \frac{4950}{249500} = \frac{99}{4990} = 0{,}02 = 2\%$

• $P_{TOT} = \frac{5 \cdot 495}{500 \cdot 499} + \frac{5 \cdot 4}{499 \cdot 500} + \frac{495 \cdot 5}{499 \cdot 500} = \frac{497\cancel{0}}{499\cancel{0}} = 0{,}99 = 99\%$

(4c) Come 4... ma esaminiamo 3 pezzi e determiniamo P di trovarne almeno uno difettoso

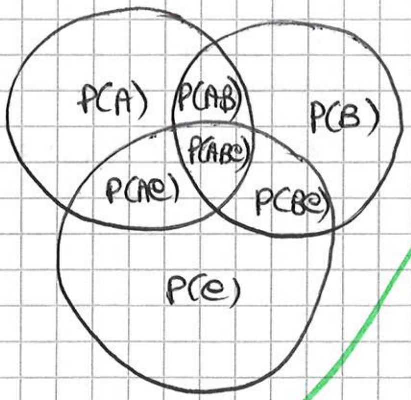
• $P_{TOT} = \frac{1}{500 \cdot 499 \cdot 498}\left[5 \cdot 4 \cdot 3 + 5 \cdot 495 \cdot 4 + 5 \cdot 4 \cdot 495 + 5 \cdot 495 \cdot 494 + 495 \cdot 5 \cdot 4 + 495 \cdot 5 \cdot 494 + 495 \cdot 494 \cdot 5\right]$

$= \frac{1}{124251000}\left[60 + 3\ (9900 + 1222650)\right]$

$= 0{,}029 = 3\%$?

Esiste un metodo diverso?

P03 Un produttore riceve un semilavorato con la probabilità della difettosità riscontrata.
Possono essere presenti 3 difetti (A, B e C) con le P sotto indicate.
Calcolare la P che almeno uno dei difetti sia presente



Dati:

$P(A) = 3\%$
$P(B) = 4\%$
$P(C) = 2\%$
} Il difetto {A, B, C} è presente con una probabilità del ...

$P(B|A) = 30\%$
$P(C|A) = 17\%$
$P(C|B) = 18\%$
} Il difetto {B, C, C} dopo aver riscontrato {A, A, B}.

$P(BC|A) = 3\%$ } Il difetto B e il difetto C dopo aver riscontrato A.

Teo Prob. Total $P(A \cup B \cup C) = P(A) + P(B) + P(C) - P(AB) - P(AC) - P(BC) + P(ABC)$

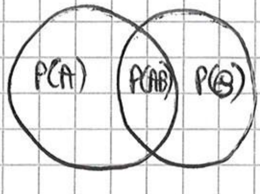
Teo di Bayes $P(B|A) = \frac{P(BA)}{P(A)} \Rightarrow P(BA) = P(B|A) \cdot P(A)$

$\overset{\|}{P(AB)}$?

$\Rightarrow P(A \cup B \cup C) = P(A) + P(B) + P(C) - \underbrace{P(B|A) \cdot P(A)}_{P(AB)} - \underbrace{P(C|A) P(A)}_{P(AC)} - \underbrace{P(C|B) P(B)}_{P(BC)} + \underbrace{P(BC|A) \cdot P(A)}_{P(ABC)}$

P04 La produzione di pezzi torniti presenta P_A del difetto A, P_B del difetto B, P_{AB} di entrambi i difetti

a) Si determini la Ptotale che venga prodotto un pezzo difettoso e la probabilità;
b) nel caso il pezzo sia difettoso, che ciò sia dovuto alla presenza congiunta dei 2 difetti.



Dati:

$P(A) = 1\%$
$P(B) = 2\%$

$P(AB) = P(BA) = 0{,}1\%$ } Entrambi i difetti siano presenti

Controllo

Ptot che venga prodotto un pezzo difettoso

a) Teo Prob. Tot $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(AB) = 2{,}9\%$

b) Teo di Bayes $P(AB | \{P(A \cup B)\}) = \frac{P(AB)}{P(A \cup B)} = 3{,}4\%$

Non sono sicuro

P congiunta dei 2 difetti

PO6 Un produttore riceve da quattro fornitori A, B, C e D dei componenti nelle percentuali Pa, Pb, Pc e Pd. Questi dichiarano difettosità Da, Db, Dc e Dd
a) Vogliamo conoscere la probabilità di utilizzare un componente difettoso.
b) Determinare poi la P che se viene utilizzato un componente difettoso, esso provenga dal subfornitore B

a) P di trovare 1 componente difettoso $= P_A D_A + P_B D_B + P_C D_C + P_D D_D$ $[\%]$

b) P che quello difettoso provenga da B $= \dfrac{P_B D_B}{P_{1\,difettoso}}$

{Vedi formula su formulario}

PO7 Fanno parte di un meccanismo 3 pezzi critici A, B e C tali che se anche solo uno di essi è difettoso non si può avere un funzionamento accettabile
a) Se i pezzi A, B e C hanno difettosità P_A, P_B e P_C, qual è la probabilità che il meccanismo non funzioni?
b) Che difettosità richiedo per i pezzi A per ridurre a P_1 la probabilità che il meccanismo non funzioni?

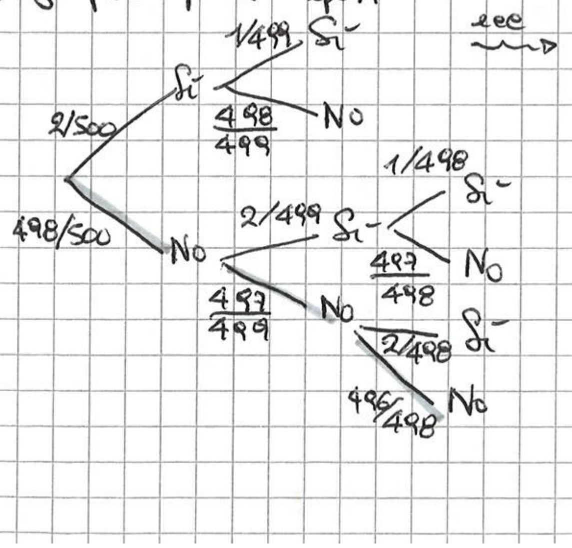
a) P che anche uno solo difettoso $= 1-[(1-P_A)(1-P_B)(1-P_C)]$

b) $D_A = \dfrac{1-(1-P_1)}{(1-P_B)(1-P_C)}$

{Vedi formula su formulario}

PO2 Metodo 2

Diagr. per i pezzi di tipo A



$\Rightarrow$ P di estrarre 5 pezzi A funzionanti =
$= \dfrac{498}{500} \cdot \dfrac{497}{499} \cdot \dfrac{496}{498} \cdot \dfrac{495}{497} \cdot \dfrac{494}{496}$ (1)

P di estrarre 3 pezzi B funzionanti =
$= \dfrac{496}{500} \cdot \dfrac{495}{499} \cdot \dfrac{494}{498}$ (2)

P di estrarre 4 pezzi C funzionanti =
$= \dfrac{497}{500} \cdot \dfrac{496}{499} \cdot \dfrac{495}{498} \cdot \dfrac{494}{497}$ (3)

$\Rightarrow$ Rischio di produrre un complessivo difettoso $= 1-(1)(2)(3)$

Una produzione è suddivisa in lotti con numerosissimi pezzi

01 Numero pezzi controllati $= n = 50$
Pezzi fuori tolleranza accettati $= k = 1$
Probabilità di pezzi fuori tolleranza $= P = 5\%$

Calcolo: Rischio di accettare un lotto che abbia probabilità P di pezzi fuori tolleranza.

• ESTRAZIONE SENZA RE(M)MISSIONE (Prendere i pezzi da collaudare)

• LOTTO NUMEROSISSIMO = PACTA (⟹ Numerosi pezzi fuori IT)
⟹ le successive estrazioni non modificano eccessivamente la P di prendere un pezzo fuori IT
⟹ uso la **DISTRIBUZIONE BINOMIALE**

• $k = 1$ ⟹ (Sia con 0 pezzi fuori IT, sia con 1 pezzo fuori IT) ⟹ Conviene calcolare la PROBABILITA' CUMULATA

Rischio = DISTRIB.BINOM(k; n; p; 1) — perchè se non si riscontrano più di k pezzi fuori IT, il lotto viene accettato
oppure BINOM.N.

num_successi; prove; probabilità_s

avrei scritto 0 se fossi stato interessato alla Probabilità di trovare k pezzi fuori IT.

02 n_{TOT} pezzi nel lotto $= 5000 = n_\ell$
la procedura di controllo è basata su 2 fasi

FASE 1
num pezzi estratti e controllati $= 50 = n_{e_1}$
num pezzi fuori IT accettati nella prima fase $= 0 = n_{f_1}$
Se si trovano più di n_{f_1} pezzi fuori IT si estraggono altri pezzi:

FASE 2
num pezzi estratti e controllati $= 100 = n_{e_2}$
num pezzi fuori IT accettati nella seconda fase $= 1 = n_{f_2}$
Se il num di pezzi fuori IT è superiore a n_{f_2} il lotto viene rifiutato

Valutare anche approssimatamente il rischio che venga accettato un lotto con la percentuale p di pezzi fuori IT
$p = 5\%$

PROBABILITA' di...

LOTTO POCO NUMEROSO | con la prima fase: n_{f_1} pezzi difettosi — $P_1(n_{f_1}) = P_1(0)$
= DISTRIB.IPERGEOM(n_{f_1}; n_{e_1}; $p \cdot n_\ell$; n_ℓ) oppure = DISTRIB.IPERGEOM.N(n_{f_1}; n_{e_1}; $p \cdot n_\ell$; n_ℓ; 0)

LOTTO POCO NUMEROSO | con la prima fase: 1 pezzo difettoso — $P_1(1)$
= DISTRIB.IPERGEOM(1; n_{e_1}; $p \cdot n_\ell$; n_ℓ) oppure = DISTRIB.IPERGEOM.N(1; n_{e_1}; $n_\ell \cdot p$; n_ℓ; 0)

LOTTO MOLTO NUMEROSO | con la prima fase: più di n_{f_2} (1) pezzi difettosi
= 1 − DISTRIB.BINOM(n_{f_2}; n_{e_1}; p; ~~n_ℓ~~; ~~n_ℓ~~ 1) oppure = 1 − DISTRIB.BINOM.N(n_{f_2}; n_{e_1}; p; ~~n_ℓ~~; ~~n_ℓ~~; 1)
oppure = $1 - P_1(0) - P_1(1)$ se fosse POCO NUMEROSO

LOTTO POCO NUMEROSO | con entrambe le fasi di controllo: n_{f_2} pezzi difettosi
= DISTRIB.IPERGEOM(n_{f_2}; $n_{e_1}+n_{e_2}$; $p \cdot n_\ell$; n_ℓ)

05 Num pezzi in ogni lotto = M = 500
Num. pezzi controllati = n = 50
Pezzi fuori IT accettati = k = 1 (Accettato se non più di k)

Valore della probabilità controllata = P = 5%
Valore di rischio accettato = P_V = 20%

a) Valutare il rischio che venga accettato un lotto per il quale si ha una P di pezzi fuori IT

b) Valutare in modo approssimativo, come se la numerosità del lotto fosse molto numerosa, il numero di pezzi da controllare per ridurre il rischio di accettare un lotto al valore voluto P_V

a) Num. pezzi fuori IT nel lotto corrispondente a P = P • M

Perchè Ipergeometrica?

Rischio di accettare lotto con P fuori IT = (Ipergeometrica per k=0) + (Ipergeom. per k=1)
= DISTRIB.IPERGEOM(0; n; P • M; M) + DISTRIB.IPERGEOM(1; n; P • M; M)

b) Cambio n_c finchè il rischio = DISTRIB.BINOM(k; n_c; P; 1) non è uguale a P_V

07 Un meccanismo contiene pezzi critici A e B con $N_A = 2$ e $N_B = 3$ esemplari tali che se anche solo uno di essi è difettoso non si può avere funzionamento accettabile. Se il pezzo A viene fornito con una difettosità P_A e B con P_B,
a) qual è la probabilità che il meccanismo non funzioni? 2% 0,7%
b) Determinare il livello di difettosità P_A che deve essere chiesto al fornitore per diminuire la probabilità di non funzionamento a P_1 = 5%

a) Prob. che tutti i pezzi A FUNZIONINO = DISTRIB.BINOM(0; N_A; P_A; 0)
" " " " " B " = " " (0; N_B; P_B; 0)

Prob. che il meccanismo funzioni = Prob. che tutti A funzionino • Prob che tutti B funzionino

Prob. che il meccanismo non funzioni = 1 - Prob. che il mecc. funzioni

b) Cambio P_A finchè Prob. che il mecc. non funzioni sia uguale a P_1

08 Numerosità lotto = N_I = 3000, Numero pezzi controllati = N_{c1} = 50;
Numero di pezzi fuori tolleranza accettati nella prima fase = N_{f1} = 1
Percentuale di pezzi fuori IT = p = 2% ↑ se 1 lotto scartato

a) PROB. che nel lotto di n_I si trovino n_{f1} o meno pezzi difettosi, calcolato in MODO...
RIGOROSO = DISTRIB.IPERGEOM(0; n_{c1}; n_I • p; n_I) + DISTRIB.IPERGEOM(n_{f1}; n_{c1}; n_I • p; n_I) (1)

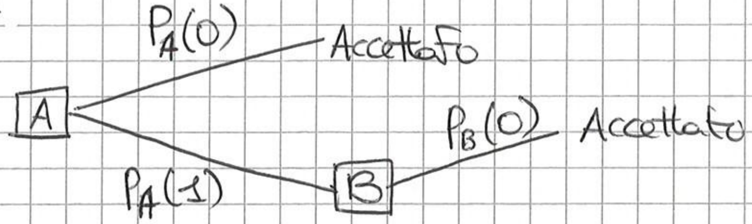
APPROSSIMATO = DISTRIB.BINOM(n_{f1}; n_{c1}; p; 1) (2)

DIFFERENZA TRA RIGOROSA / POISSON = (1) - [(n_{c1} • p)^0*EXP(-n_{c1} • p) + (n_{c1} • p)^1*EXP(-n_{c1} • p)]
= (1) - DISTRIB.POISSON(n_{f1}; n_{c1} • p; 1) (si può utilizzare il metodo di Poisson)

b) Calcolo il valore della numerosità del lotto (in passi da 100 unità) per cui la diff assoluta tra il calcolo rigoroso e quello approssimato = 0,01%:
in MODO RIGOROSO mi basta sostituire a n_I 0,01% fino a ottenere lo stesso risultato a (1)

TEMA D'ESAME **Posizione Baricentro** (Bilanciamento) Esercizio (3)

$N_p = 5000$ = lotti ⟶ ~~Numerosi~~ Non Numerosi ⇒ ipergeometrica
$N_f = 50$
$N_a = 200$ = pezzi controllati
$N_b = 100$



a) Prob. che venga accettato un lotto con N_f pezzi fuori IT?

b) Limitando N_{TOT} da controllare = 300, per che valore di N_a si ottiene una probabilità di accettazione inferiore al 20 %?

a) $P = P_A(0) + P_A(1) \cdot P_B(0)$

$P_A(0)$ = DISTRIB. IPERGEOM. $(0 ; N_a ; N_f ; N_p)$

$P_A(1)$ = " " $(1 ; N_a ; N_f ; N_p)$

$P_B(0)$ = " " $(0 ; N_b ; N_f - 1 ; N_p - N_a)$

b) Cambio i dati fino ad ottenere il valore richiesto

OSS: Casella logica $\boxed{= Q31 < 20\%}$ ⇒ {VERO / FALSO}

TEMA D'ESAME **Estensimetri**

Probabilità di guasto = 1 − (Prob. che tutti quelli A NON siano difettosi * P. tutti B NO dif.)

↓ IPERG.

IQR = $r = (Q_3 - Q_2)$ = differenza interquartile

?Forse!

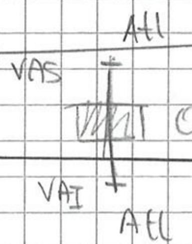
VAI $\geq Q_1 - 1,5r$ Valore adiacente inferiore: valore più piccolo tra le osservazioni

VAS $\leq Q_3 + 1,5r$ Valore adiacente superiore

I valori oltre VAI e VAS sono valori anomali cioè che si discostano dalla maggiorparte dei valori osservati sono un'anomalia e quindi devono essere studiati per individuarne la causa.

Se VAI e VAS coincidono con gli estremi della distribuzione non si evidenzia alcun valore limite

	Cond 1.	Cond 2	Cond 3	Cond 4	Cond 5	Dati
Quart 3	=QUARTILE	(MATRICE ; QUARTO)	dove la MATRICE è il QUARTO	è la COLONNA è 3 (Numero)	dei DATI COND. 1	
Max	=MAX	(MATRICE)				Qui la MATRICE non è COLONNA O RIGA ma la MATRICE di tutti i dati (Da : a)
Min	=MIN	(MATRICE)				
Quart 1						
Median	=MEDIANA	(MATRICE)				
IQR	=QUART 3 - QUART 1					



Outliers metodo classico IQR

MAX IQR	= VAS = Q3 + 1,5* IQR
MIN IQR	= VAI = Q1 - 1,5* IQR
OUT MAX	=SE(MAX > MAX IQR ; "Att" ; "OK")
OUT MIN	=SE(MIN < MIN IQR ; "Att" ; "OK")

Se_Vero = ATTENZIONE

Se Falso = Ok

Individuo i VALORI ANOMALI

Non li cancelliamo però perché sono "molto lontani" e "differenti" dagli altri

La condizione VERA è indice di un valore anomalo, la condizione FALSA è indice di un valore accettato

Outliers metodo modificato IQR : $1,5 \cdot IQR \left[1 + 0,1 \log\left(\frac{n}{10}\right)\right]$

↳ Più rigoroso perché tiene conto della numerosità del campione

MAX IQR	= Q3 + 1,5* IQR (1+0,1*LOG10(CONTA.NUMERI(Matrice))/10))
MIN IQR	= Q1 - 1,5* IQR (" " " ")
OUT MAX	Come sopra
OUT MIN	

Ora faccio lo stesso invece che per COLONNE per RIGHE

OSS:

Numero dati n	= n
Probabilità P_{XL}	$= \frac{1}{4n}$
Valore XL MINIMO	= INV.NORM(P_{XL}; m; s)
Valore XL MASSIMO	= 2*m − XLMIN

per il PRINCIPIO di CHAUVENET

Distr. fr. = Distribuzione Sperimentale per individuare eventuali FATTORI SISTEMATICI

①

Valore MIN esaminato	= Dati! Valore MIN	= MIN = m − 4s
Valore MAX esaminato	= Dati! Valore MAX	= MAX = m + 4s
Numero di classi − Nc	=	
Ampiezza di classe	$= \frac{\text{Valore MAX esaminato} - \text{Valore MIN esaminato}}{\text{numero di classi}} = A$	

media, scarto tip

È opportuno esaminare alcune classi PRIMA e DOPO rispetto a quelle che contengono i dati sperimentali in modo da ricoprire l'intervallo in cui la distribuzione normale assimilata assume valori significativi

Teoricamente $Nc = \sqrt{n}$ però, dato che il nostro obiettivo è confrontare la distribuzione teorica e quella sperimentale, per evitare che la distribuz. sia tronca aumento di 1 o 2 il Nc. Devo infatti essere sicuro che quella sperimentale contenga l'ampiezza sufficiente
[la distribuzione è tronca e quindi senza una o più code se per esempio l'operatore ha rimosso i pezzi che ipotizzava dovessero essere scartati]
[Incertezza minore → classe migliore → più costoso
" maggiore → " peggiore → meno "]

Oppure lascio $Nc = \sqrt{n}$ ma aggiungo 2 classi

Classi	Da (incl.)	a (escl.)	...
1	= MIN − A	= MIN + A	...

oppure

SN	DS
MIN	MIN+A
	+A
	+A
	+A

e osservo che l'istogramma è diventato

OSS: Se osservassi il grafico prima di sostituire l'incertezza di misura con la media noterei un istogramma tronco (senza 1 o più colonne), una volta sostituito non sarà più tronco

② Dati tabella
VALORE CENTRALE$_i$ = MEDIA (Da_i; a_i)
fa = Frequenza assoluta sperimentale = {FREQUENZA (Matrice dati; colonna delle "a")}
fr = Freq. relativa sperimentale = fa/n
Dens. fr = pr = fr/A
Normale = DISTRIB.NORM (Valore centrale; m; s; 0)
cerchi la probabilità del valore medio

Se le variazioni dei risultati sono legate solo ad effetti aleatori, la distribuzione sperimentale attesa è normale; se non risulta normale si può ritenere che siano presenti FATTORI SISTEMATICI
Vi sono più metodi per verificare l'HP di NORMALITÀ: ① TEST del X^2 ② GRAFICO della PROB. NORMALE

Il test χ^2 è BILATERALE = Viene rifiutato si se il valore del χ^2 sperim.
- è troppo grande → distrib. sperim. troppo diversa dalla normale
- è troppo piccolo → distrib. sperim. troppo simile alla normale ↳ è improbabile e quindi sospetto!

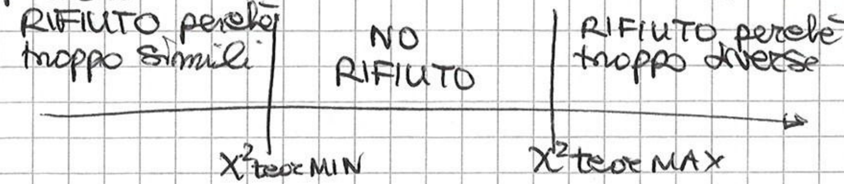


Grafico di Probabilità Normale

① GPN D
- Inseriamo i dati sperimentali = Dati!D9 = Dati!D9 + i (m* 0,00000001 + + s* 0,000001) per esempio
- DATA RANKING = RANGO (Dato$_i$; Matrice/Colonna Dati ; 1)

Rango	Dato
⋮	⋮

- TABELLA dei DATI ORDINATI:

i	Dato	Fr. cum. rel	GPN
1	= CERCA.VERT(i ; MATRICE RANGO-DATO ; 2 ; 0)	$= \frac{(i-0,5)}{n}$	= INV.NORM.ST (fr.cum.rel i)
2		"	"
⋮		⋮	⋮

cosa cerchi? — i

Dove? — MATRICE RANGO-DATO: Cerca i nella PRIMA COLONNA A SN e restituisce un valore nella stessa riga della colonna specificata.

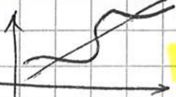
Su quale COLONNA? — 2

0: FALSO = Corrispondenza Esatta = Non ordinati
VERO = " più simile = Valori già ordinati

② GPN G Grafico (x, z) = (Dato, Fr. cum. rel) oppure GPN?

FASCIA RETTILINEA
con larghezza = dimensione dei difetti localizzati
⇓
"Non si può rifiutare l'Hp di distribuzione normale"

DISTRIB. IPERNORMALE



- Pendenza maggiore al centro, minore agli estremi

⇓
Possibili Cause
- Filtraggio di dati discostati dal valor medio
- Produzione già sottoposta a selezione

DISTRIB. IPONORMALE
- Bassa al centro, alta agli estremi

⇓
Possibili Cause
- Selezione dei prodotti migliori

BIMODALE
2 mode, 2 max freq.
⇓
Possibili Cause
- 2 prodotti diversi

EFFETTO DERIVA
Si sposta con continuità nel tempo (Appiattito al centro)

↳ REGRESSIONE LINEARE per la VERIFICA

"Esistono fattori sistematici che non erano stati denunciati in χ^2, sebbene vi fosse il livello di fiducia P"

Esprimere le ragioni per la scelta del livello di fiducia per entrambi i casi

Le conseguenze di un errore di 1ª specie sono solo un esame dei metodi operativi degli operatori segnalati, quindi si può accettare un rischio di 1ª specie alto. = $\alpha = 20\%$

Ciò abbassa il rischio di 2ª specie che siano presenti effetti sistematici e che non vengano denunciati nel test.

ERRORE di 1ª SPECIE = Affermare erroneamente che esistono differenze sistematiche tra gli operatori = α ALTO perché le conseguenze non sono gravi
20%

ERRORE di 2ª SPECIE = Non denunciare la presenza di effetti sistematici = = BASSO perché le conseguenze sono gravi

⇒ LIVELLO di FIDUCIA = 100% − α = 80%

③ TEST di variabilità degli EFFETTI COLONNA

Distribuzione delle varianze $\quad v_i = (n-1)\dfrac{S_i^2}{\sigma^2} = \sum\left(\dfrac{x_{ij}-\mu_i}{\sigma}\right)^2$

COND 1	ooo	COND N
=VAR(Dati!"MatriceCOND 1")	ooo	=VAR(Dati! "Matrice COND N")

Le varianze in rosso sono quelle fuori dell'intervallo di fiducia

NUMBER OF SAMPLES FOR VARIANCES	=CONTA.NUMERI(Dati!D9:H18) — Tutta la matrice dati
EXPECTED VARIANCE	= MEDIA(A11:E11)
EXPECTED V	= 1 − Number of samples of variances
CONFIDENT LEVEL	= 80%
LOWER BOUNDARY OF S^2	$= \text{INV.CHI}(1-(1-\text{conf. level})/2);\ \text{Numb of...}-1) * \dfrac{\text{Expected Variance}}{\text{Expected V}}$
UPPER BOUNDARY OF S^2	$= \text{INV.CHI}((1-\text{conf level})/2);\ \text{Numb of...}-1) * \dfrac{\text{Exp. Variance}}{\text{Exp. V}}$

CONCLUSIONI:

"Si può affermare, con il rischio d'errore del 20%, che tra le condizioni esistono differenze sistematiche (Cond..., Cond..., Cond...)"
quelle in rosso

Se ESTREMO F cioè il valore sperimentale è maggiore del limite sperimentale RAPPORTO VARIANZE dell'intervallo di fiducia ⇒ E' esterno all'intervallo di fiducia (?)
⇒ "L'operatore 1 o 2 o ... o N contiene un fattore sistematico"

SVANTAGGIO: Non so quale operatore!

Schema 2 fattori sotto controllo

Riporto i dati in tabella

Livello di fiducia = 80 %

Misura	Cond 1	...	Cond N	MEDIE
Val 01				= MEDIE (riga VAL 01)
⋮	...		...	⋮
Val M	...		...	= MEDIE (riga VAL M)
MEDIE	= MEDIE (colonna COND 1)		= MEDIE (colonna COND N)	

→ differenze di misure per valore

→ differenze fra gli operatori

	ORIGINE VARIAZIONE	GRADI di LIBERTA'	SS	VARIANZE	RAPPORTO VARIANZE	ESTREMO F
$i=1$	FATTORE COLONNA	CONTA NUMERI (N) − 1	VARIANZE i * g.l. i	VAR(medie ●) * CONTA.NUMERI(M)	VARIANZE FATT. COL. / ERRORI CASUALI	= INV.F (1 − Liv.Fid; g.l. FATT.COL; g.l. ERR.CAS)
$i=2$	FATTORE RIGA	CONTA NUMERI (M) − 1	"	VAR(Medie ●) * CONTA.NUMERI(N)	VARIANZE FATT. RIG / ERRORI CASUALI	= INV.F (1 − Liv.Fid; g.l. FATT. RIGA; g.l. ERR.CAS)
$i=3$	ERRORI CASUALI	TOTALE − FATT. COL − FATT. RIGA	"	SS CASUALI / g.l. CASUALI		
$i=4$	TOTALE	CONTA NUMERI (Matrice Dati) − 1	"	VAR(●)		

Nel nostro caso

	RAPP. VARIANZE		ESTREMO F
FATT. COL.	6,15	>	1,58
FATT. RIGA	1,37	<	1,46

CONCLUSIONI:
"Si può osservare che il fattore colonna (operatori) può essere considerato sistematico, col rischio d'errore del 20 %
mentre nulla si può dire del fattore riga" → Sistematico con rischio d'ER...
Se RAPPORTO VARIANZE > ESTREMO F ⇒ (Non vedo effetto Sistematico)
Se RAPPORTO VARIANZE < ESTREMO F ⇒ Non posso dire nulla

{ ~~Il tempo non è sistematico~~ → Entrerei in contraddizione con quanto detto nella regressione }

Questo perché l'analisi della varianza vede un pezzo per volta legato a ogni operatore e invece l'analisi della pendenza è possibile effettuarla solo su base grande

Questo sottolinea che non c'è un test migliore dell'altro, a volte uno è più sensibile dell'altro ma non vanno mai in contraddizione

VANTAGGI rispetto ai Test d'ipotesi = Possibilità di isolare selettivamente alcuni contributi di possibili fattori d'influenza. SVANTAGGI =
: E' impotente davanti alla sovrapposizione dei 2 effetti: OPERATORI e DERIVA

③ Seleziono la tabella

f	e	d	c
*			
∘	∘	∘	∘

poi clicco su * e scrivo

=REGR.LIN(y_moto; x_moto; cost; stat)

- y_moto → COLONNA delle x
- x_moto → Matrice t, t^2, t^3
- cost → Se ∃ termine noto $= c \neq 0 \Rightarrow$ cost=1
- stat → Vuoi la statistica? Sì perché i parametri della regressione sono statistici

oppure
Meglio se completo la tabella da:
"=" → fx → funzione statistica → regr lin → tabella → CNTR+MAIUSC+OK
→ Si completa tutta la tabella

Si completerà in questo modo:

f	e	d	c
t	t^2	t^3	

Significati PARAMETRI:

c = COSTANTE
d = PENDENZA
e = CONCAVITÀ
f = FLESSO

Se PARAMETRO ± INCERTEZZA è per esempio
- 2 ±0,5 NO SISTEM (Può essere −3 o +7)
- 2 ±0,1 SISTEMATICI (È senz'altro positivo)

Compreendo la tabella:

	f	e	d	c
Parametri				
S. param				
			#N/D	#N/D
	46		#N/D	#N/D

INCERTEZZA dei PARAMETRI
I parametri sono variabili statistiche non calcoli esatti ⇒ Excel ci evidenzia la variabilità con lo SCARTO TIPO dei PARAMETRI

Coefficiente di Determinazione $= D^2$
$0 < D^2 < 1$
↳ Mi dice che la nuvola dei dati è ben strutturata

- la distrib. dei dati è a PALLA*
I risultati sono conformati in maniera vaga non definita
oppure
- definita ma orizzontali
Se i dati possono in maniera esatta sul modello

GRADI di LIBERTÀ

SCARTO TIPO dei RESIDUI
cioè la differenza tra valori sperimentali e modello matematico quindi la dispersione dei dati sperimentali attorno al modello.

* In una palla ci può passare qualunque retta ma questa non ne definirà il modello

③ VALIDAZIONE del MODELLO

$$\text{Indice di ROBUSTEZZA o di SIGNIFICATIVITÀ} = \frac{\text{ASS(PARAMETRO in tab)}}{U}$$

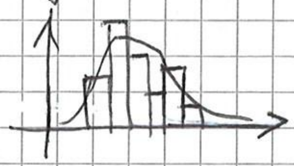
(in alto a SN)

dove U = Incertezza Estesa = t di STUDENT * Scarto tipo del parametro in tab

tStudent = INV.T(Rischio d'errore, gradi di libertà)
Rischio d'errore: 5% se non è noto
gradi di libertà: 46 = 50 − 4 = NumMAXt − NumPARAMETRI

Confronto gli indici di robustezza per i parametri. Se sono <1 il modello è poco robusto, se ripeto l'esperimento il valore cambia molto. Più è alto l'indice di R. più quella LINEA di TENDENZA DESCRIVE EFFETTIVAMENTE UN MODELLO SISTEMATICO

Nota la tabella dei Valori Corretti
(1) li incollo nella tabella in dati
(2) Excel. Vedo se ci sono incidenti di misura
(3) Dist. fre + GPN
osservo la curva: è ancora una iponormale infatti sembra ovvero 2 gobbe ⟹ vi è una discontinuità



(4) Test Hipotesi
ci saranno in rosso altri operatori

(5) Indago sul perché ecc

ESAME

(1) Sapere quale strumento statistico applicare di fronte a un certo problema
(2) Inserire i dati sperimentali correttamente
(3) Leggere i risultati correttamente

{ERRORE: ~~NON HO ERRORI~~ → Al massimo "NON HO VISTO NULLA"}

Usare "Schema Dati fogli" nel quale non ci sono formule che si riferiscono ad altri fogli

TEMA D'ESAME Estensimetri TEST D'IPOTESI

- Utilizzo il Test d'Hp per evidenziare un eventuale differenza sistematica fra le zone a livello di fiducia richiesto

	a	b	...
MEDIA	Media(Riga a)	...	...
SISTEMATICO	N	S	...

= SE(O(Media$_i$ < MIN; Media$_i$ > MAX); "S"; "N")

MEDIA = MEDIA(Media a ÷ Media N)

SCARTO TIPO = DEV.ST (Matrice dati)

SCARTO TIPO della MEDIA = Scarto tipo/RADQ(Conta.Numeri (Riga a))

MIN = INV.NORM ((1 - livFiducia)/2; Media; Scarto tipo Media)

MAX = INV.NORM (1 - (1 - livFid)/2; " ; ")

- Determinare inoltre il valore minimo del livello di fiducia per il quale l'ipotesi nulla di omogeneità tra le zone non viene rifiutata.

→ Cambio il liv. di fiducia fino a quando in SISTEMATICO non sono tutti N

TEMA D'ESAME Misure di Bassa Pressione GPN
(ok → come "Angolo Filettatura")

TEMA D'ESAME Termometro a Pressione DISTR. SPERIM.

Noto Medio, Scarto tipo ;

classe	Da	a	fa
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
	0		0

; Rischio d'errore accettato

Prendo il foglio "Distr. fr" e copio i dati all'interno

NUMERO DATI = Σ (fa)

AMPIEZZA di CLASSE = $a_1 - da_1$

frequenza relativa nella classe 5 = fr_5

Densità di frequenza per la classe 7 = dens. $fr._7$

Densità di probabilità normale per la classe 9 = $Normale_9$

Valore di controllo sperimentale = $\chi^2_{sper.}$

" " riferimento teorico MIN = $\chi^2_{TEO\ MIN}$

" " " " MAX = $\chi^2_{TEO\ MIN}$

Nel nostro caso $\chi^2_{SPER} > \chi^2_{TEO\ MAX}$ ⇒

"Il valore di controllo sperimentale è maggiore del valore di riferimento teorico MAX, quindi si può rigettare, con il rischio d'errore 15%, l'ipotesi nulla di distribuzione normale, corrispondente all'assenza di effetti sistematici"