



**TOR VERGATA**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA

Macroarea di Scienze MMFFNN  
Dipartimento di Matematica

# Ingranaggi e calcolo

**Dagli ingranaggi alle calcolatrici meccaniche**

**Pomeriggi di primavera**  
Scuola di formazione in  
Didattica della matematica e delle scienze

Marina Furlani<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Ph.D. School, Dip. di Matematica, Università di Roma Tor Vergata*

*marina.furlani20@gmail.com*



# Introduzione

Gli ingranaggi sono presenti in oggetti di uso quotidiano e possono essere esaminati e compresi fin dai primi anni di vita, favorendo lo sviluppo di abilità esplorative, argomentative e metacognitive. Nelle attività proposte gli studenti sono incoraggiati a produrre e formulare ipotesi sul funzionamento di semplici sistemi di ingranaggi, consolidando l'acquisizione di importanti concetti matematici come il rapporto e la proporzionalità.

Capire i principi di base dei sistemi di ingranaggi può fornire una base per comprendere come funzionavano e operavano le calcolatrici meccaniche come la Pascalina. Questo tipo di conoscenza è importante per apprezzare lo sviluppo storico della tecnologia nel campo dei calcolatori e degli strumenti di calcolo.

La seconda parte del laboratorio avrà anche carattere storico: introdurremo brevemente la figura di Pascal e la sua macchina di calcolo, la pascalina, che egli progettò a 19 anni. Analizzeremo alcuni documenti in cui Pascal stesso presenta la sua invenzione e infine esamineremo una versione moderna della pascalina progettata a scopo didattico.

# dalle “LINEE GUIDA PER LE DISCIPLINE STEM”

15 settembre 2023

Lo studio delle materie STEM permette di non “**subire**” la tecnologia che ci circonda: da Internet alla musica elettronica, dallo sport al cinema .

Tramite la cosiddetta “matematica del cittadino” si possono formare studenti capaci di interpretare i tempi moderni proiettandosi verso il futuro tecnologico.

La società attuale ci sommerge di informazioni non sempre veritiere. Compito della scuola è anche quello di far diventare tutti, nessuno escluso, cittadini consapevoli con un bagaglio di adeguate conoscenze scientifiche e capacità logiche-deduttive che li rendano in grado di distinguere il vero dal falso.

Si vuole raggiungere questo obiettivo, **insegnando la matematica in un modo non solo procedurale ma anche labororiale.**

# Dalle Indicazioni Nazionali

## Matematica

- Utilizzare il concetto di rapporto fra numeri o misure ed esprimerlo sia nella forma decimale, sia mediante frazione (Numeri)
- Esprimere la relazione di proporzionalità con un'uguaglianza di frazioni e viceversa (Relazioni e funzioni)

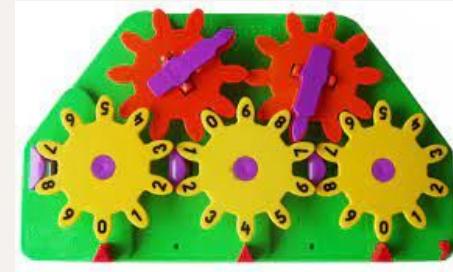
## Tecnologia

- Valutare le conseguenze di scelte e decisioni relative a situazioni problematiche
- Utilizzare semplici procedure per eseguire prove sperimentali nei vari settori della tecnologia

## Storia

- Usare fonti di tipo diverso (documentarie, materiali, orali, digitali...) per produrre conoscenze su temi definiti
- Formulare e verificare ipotesi sulla base delle informazioni prodotte e delle conoscenze elaborate
- Argomentare su conoscenze e concetti appresi usando il linguaggio specifico della disciplina

# Descrizione delle attività



## 1 Ingranaggi

Costruzione e descrizione di sistemi di ingranaggi Lego

## 2 Pascal e la pascalina

Storia e descrizione della macchina addizionatrice di Pascal

## 3 New pascalina

Manipolazione e descrizione della pascalina a uso didattico

# 1) Gli ingranaggi

I meccanismi con ingranaggi sono molto comuni e costituiscono quindi un contesto noto per gli alunni. Per introdurre l'attività si invitano gli alunni a elencare oggetti di uso quotidiano il cui funzionamento dipende da questa tecnologia:

- strumenti da cucina come apriscatole, centrifuga per insalata, cavatappi, frullino
- bicicletta,
- correttore a nastro,
- mulini,
- orologi,
- giocattoli vari.

Un'attività introduttiva può consistere nel reperire strumenti di questo tipo, metterli a disposizione dei ragazzi e chiedere loro di descrivere la struttura e il funzionamento



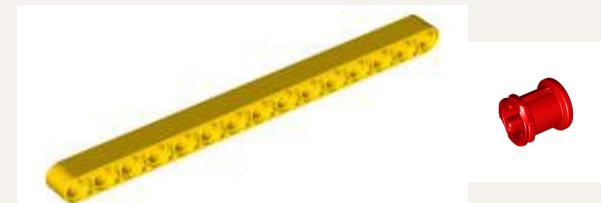
# Materiale per la costruzione degli ingranaggi



Ingranaggi con diverso numero di denti



Assi per inserire le ruote dentate



Braccia e connettori per l'assemblaggio degli ingranaggi

## IN ALTERNATIVA:

1. avendo a disposizione una lasercut è possibile realizzare ingranaggi in legno o in materiale idoneo per la macchina progettando gli ingranaggi al sito  
[https://woodgears.ca/gear\\_cutting/index.html](https://woodgears.ca/gear_cutting/index.html)
2. Ingranaggi georello

# Attività 1a - ingranaggio di due ruote uguali

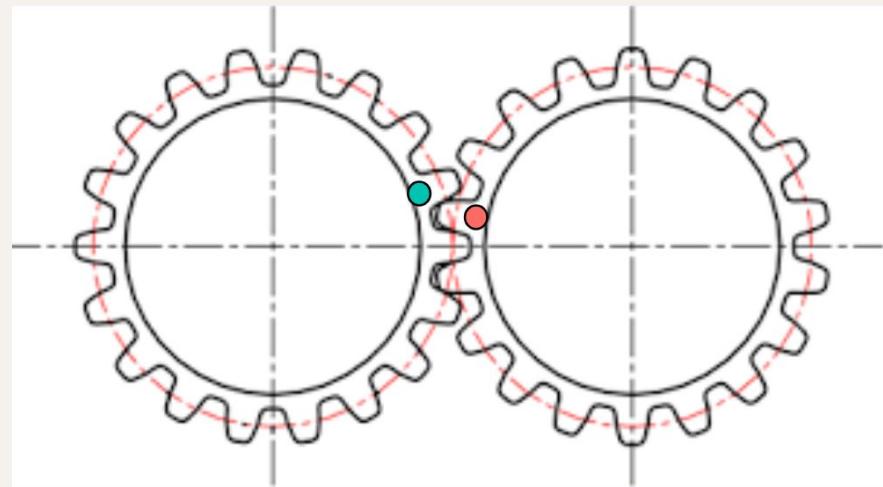
Animazione: [https://woodgears.ca/gear\\_cutting/template.html](https://woodgears.ca/gear_cutting/template.html)



Perché la trasmissione del moto negli ingranaggi avvenga con continuità è necessario che i due denti di ciascuna coppia di ruote non si abbandonino prima che i due successivi siano venuti a contatto.

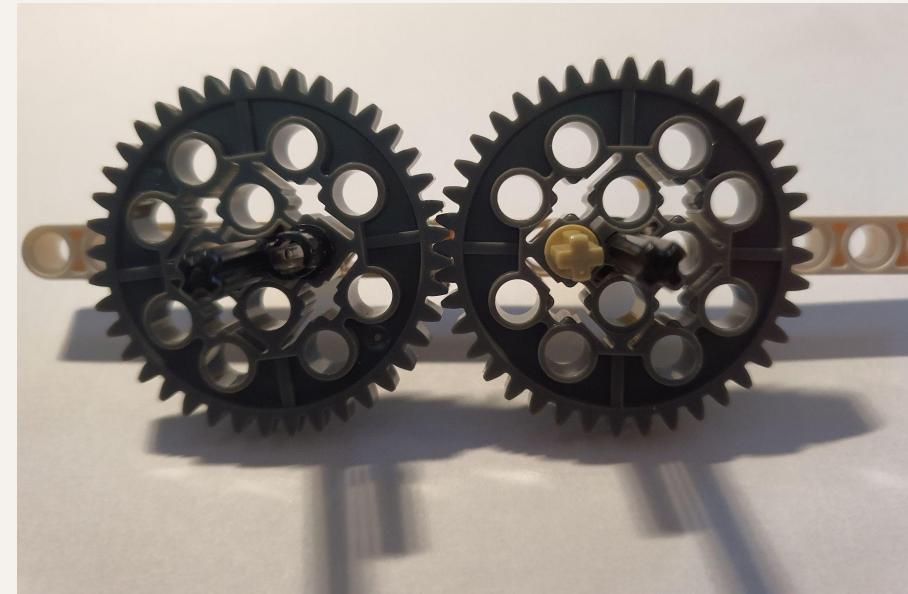
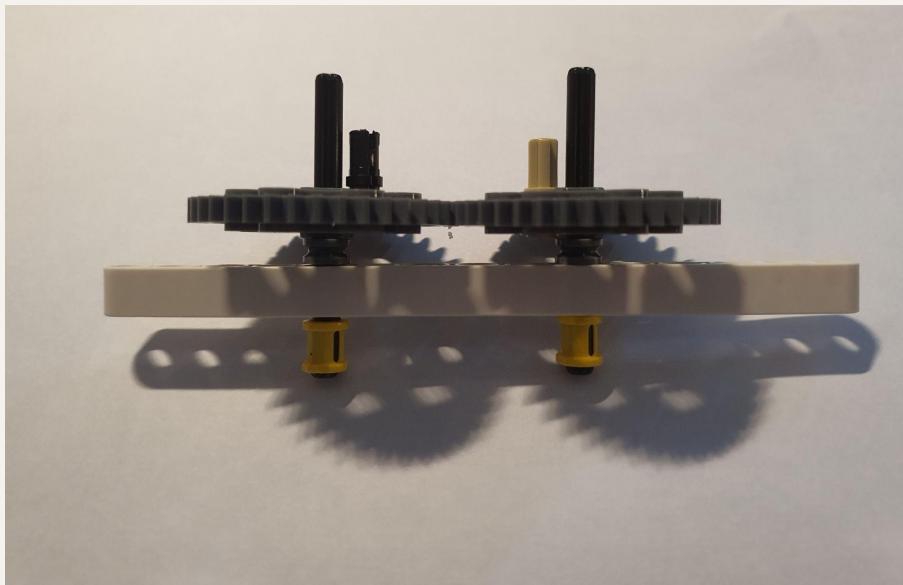
# Attività 1a - ingranaggio di due ruote uguali

1. Descrizione della procedura di assemblaggio e del funzionamento del sistema
2. Osservazioni sulla velocità
3. Osservazioni sul verso
4. Cambiando verso alla ruota motrice cosa osservi?



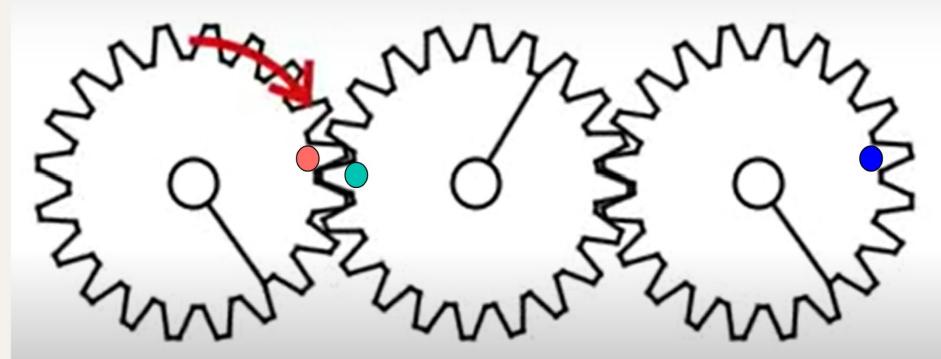
*Suggerimento: per l'osservazione del moto reciproco evidenziare un dente per ciascuna ruota*

# Attività 1a - ingranaggio di due ruote uguali



# Attività 1b - ingranaggio di 3 ruote uguali

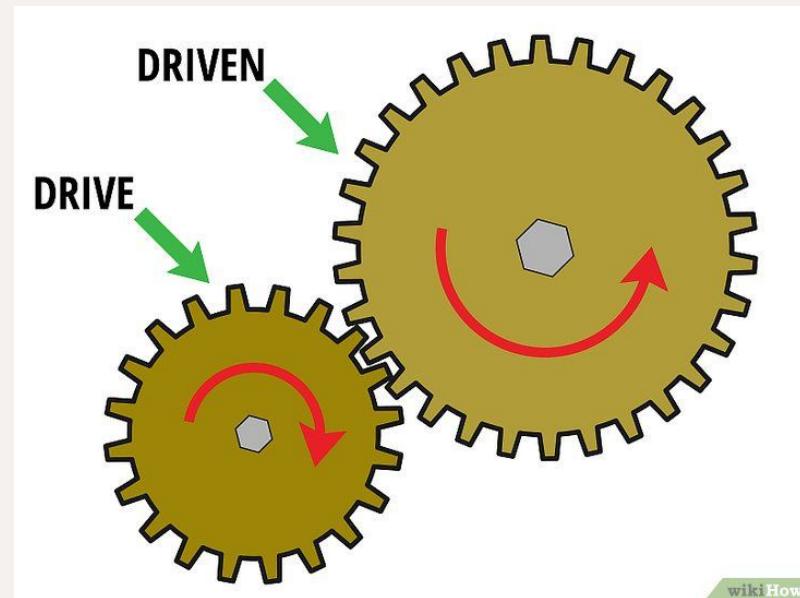
1. Descrizione della procedura di assemblaggio e del funzionamento del sistema
2. Osservazioni sulla velocità
3. Osservazioni sul verso
4. Cambiando verso alla ruota motrice, cosa succede?
5. Esiste una posizione reciproca delle ruote in cui il sistema si blocca: trovalo e spiega perché
6. Prova a generalizzare il comportamento osservato in funzione di un sistema di n ruote identiche allineate



*Suggerimento: per l'osservazione del moto reciproco evidenziare un dente per ciascuna ruota*

# Attività 2 - ingranaggio di due ruote diverse

1. Scegliere una coppia di ruote differenti
2. Osservazioni sulla velocità
3. Osservazioni sul verso
4. Come fare per descrivere quantitativamente il moto reciproco di una ruota rispetto all'altra
5. Ripetere le osservazioni cambiando la coppia di ruote



wikiHow

*Suggerimento: per l'osservazione del moto reciproco evidenziare un dente per ciascuna ruota*

# La trasmissione del moto in un sistema di ruote dentate

Gli ingranaggi, basati sull'accoppiamento di ruote dentate possono essere usati per aumentare o diminuire le velocità di rotazione e invertire il senso di rotazione o anche per superare le distanze tra l'azionamento e l'uscita.

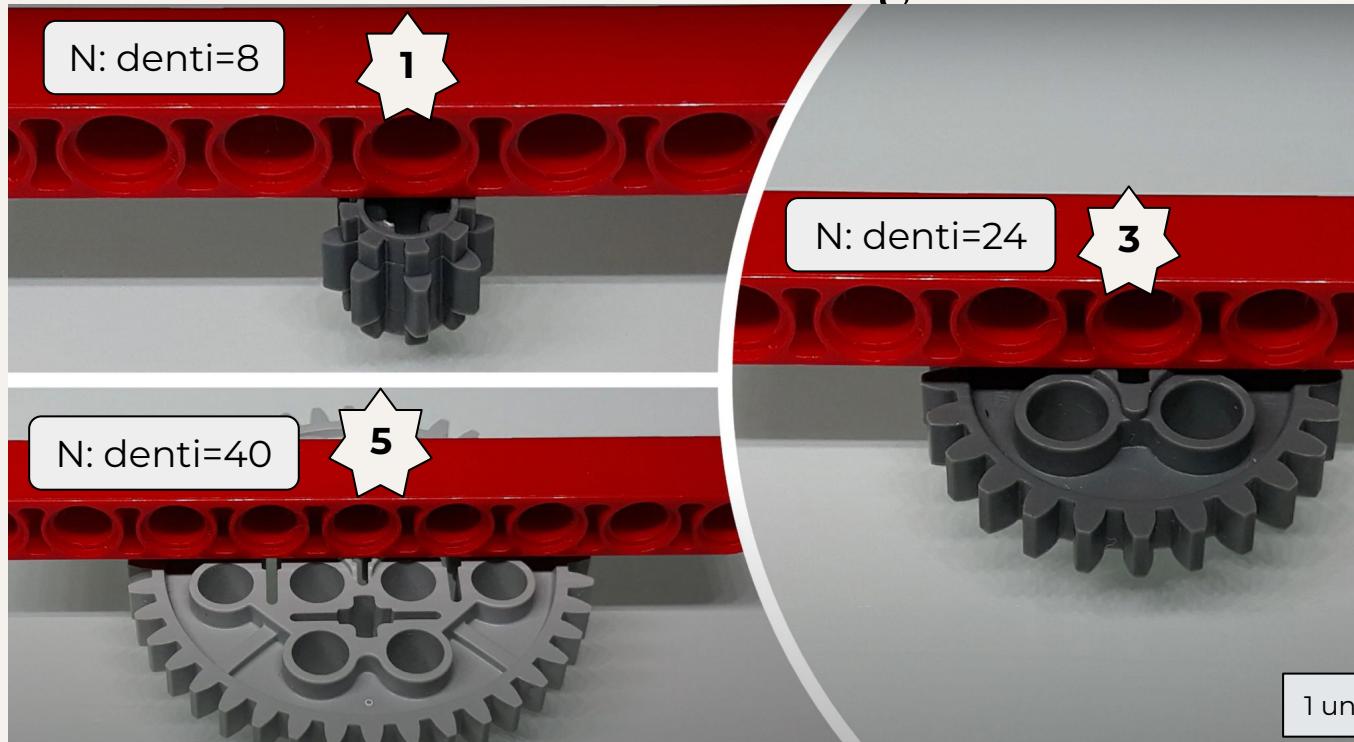
In una ruota dentata i denti sono distribuiti uniformemente su tutta la circonferenza: ogni dente occupa un arco della stessa lunghezza. Maggiore è il diametro e più denti ci sono. Per ogni ruota dentata vale la relazione

$$nd = 2\pi r$$

- n= numero di denti
- d= lunghezza arco associato a ogni dente
- r= raggio della ruota dentata

Esiste una proporzionalità diretta tra numero di denti e raggio della ruota, perchè per permettere l'ingranaggio fra una ruota e l'altra la larghezza di un dente deve essere sempre la stessa.

# Proporzionalità diretta tra numero di denti e diametro in ruote dentate Lego



# Proporzionalità diretta tra diametro **d** e numero di denti **z**

$$d_1 : d_2 = z_1 : z_2$$



# La trasmissione del moto in un sistema di ruote dentate

Quando due ruote dentate si ingranano, i denti di una ruota si inseriscono nei vuoti tra i denti dell'altra ruota, permettendo il trasferimento del moto.

Questo fenomeno è definito attraverso il rapporto di trasmissione cioè il rapporto tra il numero di denti delle due ruote. Se le ruote sono diverse, la ruota con meno denti girerà più velocemente. Per esempio, se abbiamo un ingranaggio con una ruota A con 20 denti e una ruota B che ha 40 denti, il rapporto di trasmissione sarà di 2 : 1. Ciò significa che per ogni giro completo della ruota A, la ruota B compirà solo la metà di un giro.

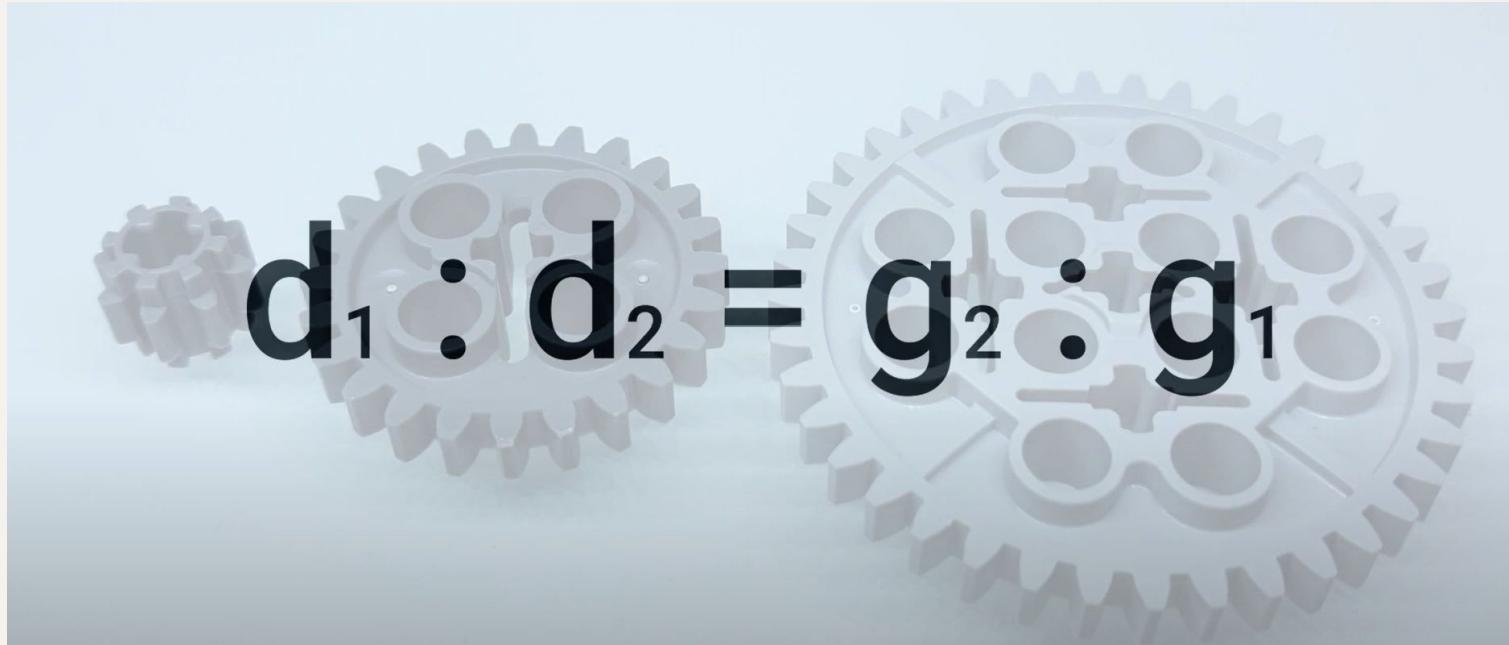


# Proporzionalità INVERSA tra numero di denti e numero di giri in ruote dentate Lego

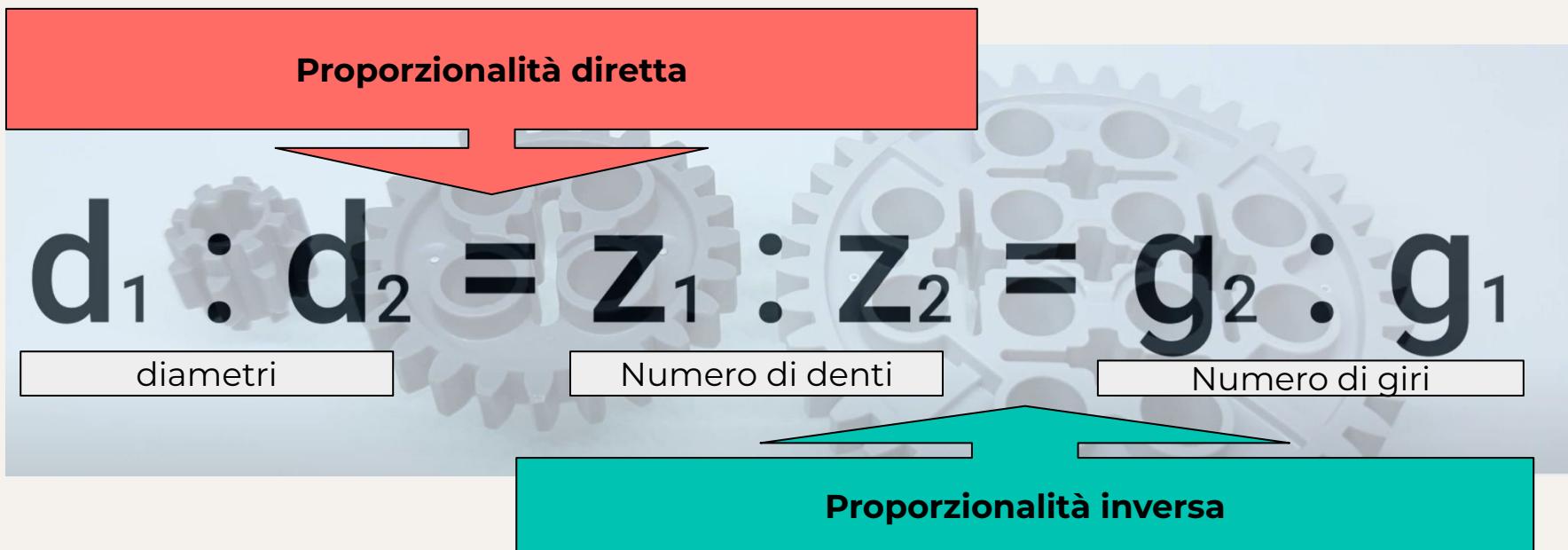
<https://www.youtube.com/watch?v=1K1CDD9Yggo>



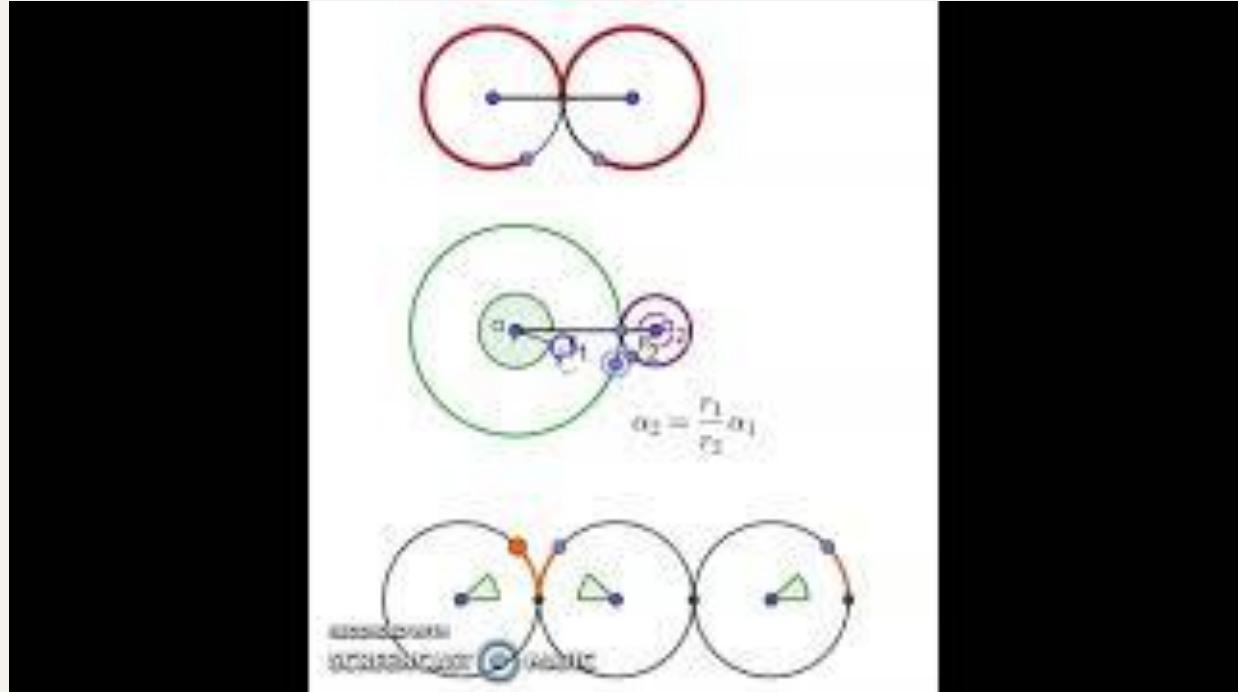
# Proporzionalità inversa tra diametro **d** e numero di giri **g**



.. complessivamente



.....con  
geogebra

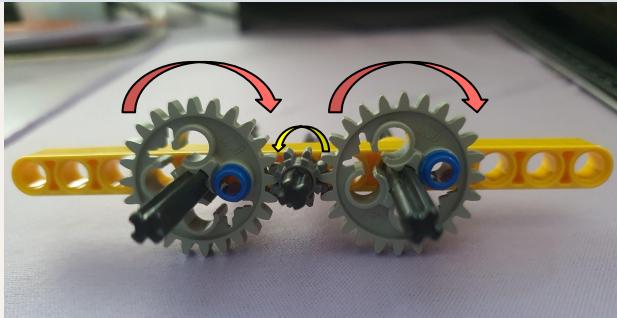


Ingranaggi sul piano  
<https://www.geogebra.org/classic/tjavwgfp>

# Attività 1b - ingranaggio di 3 ruote diverse



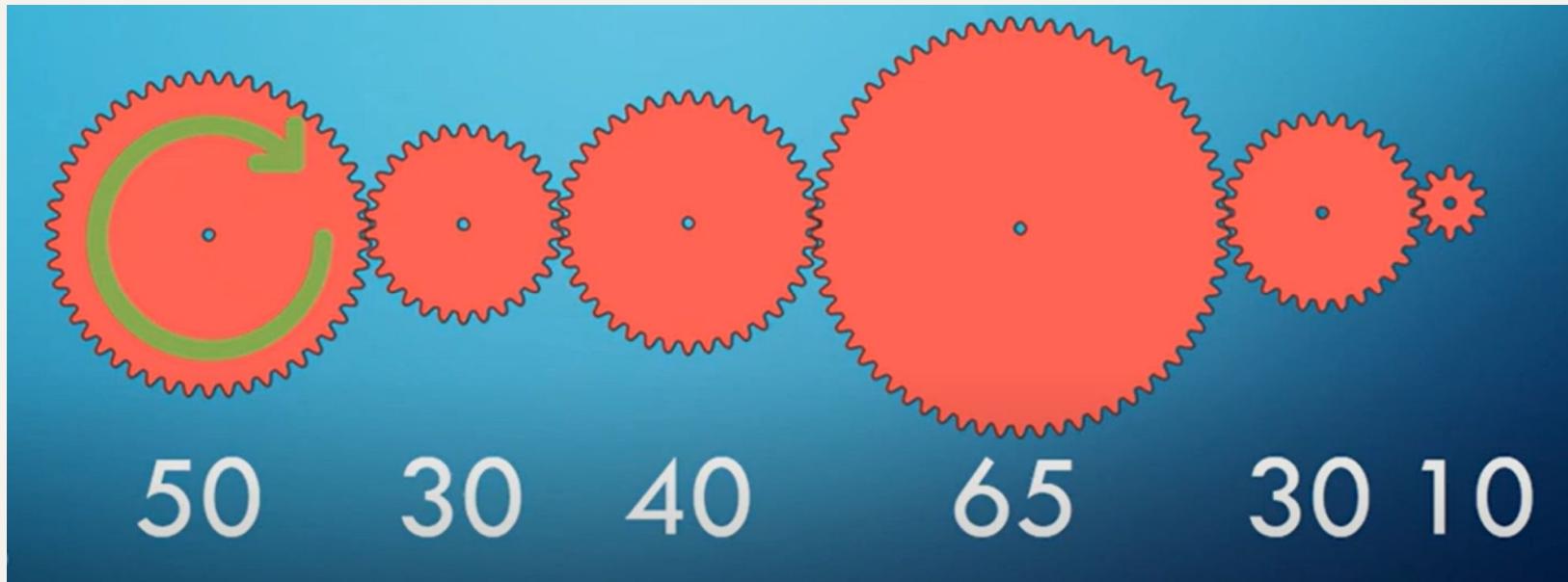
Dopo mezzo giro della ruota grande...



Quando si lavora con un sistema di trasmissione che prevede più di due ingranaggi, si devono considerare sola prima e l'ultima ruota; gli ingranaggi di rinvio non influenzano il rapporto di trasmissione finale, ma influenzano solamente il verso di rotazione

$$\frac{8}{24} \times \frac{24}{8} = 1$$

# Indovinello



- In quale verso si muove l'ultima ruota?
- Quando la prima ruota compie un intero giro, quanti giri ha fatto l'ultima?

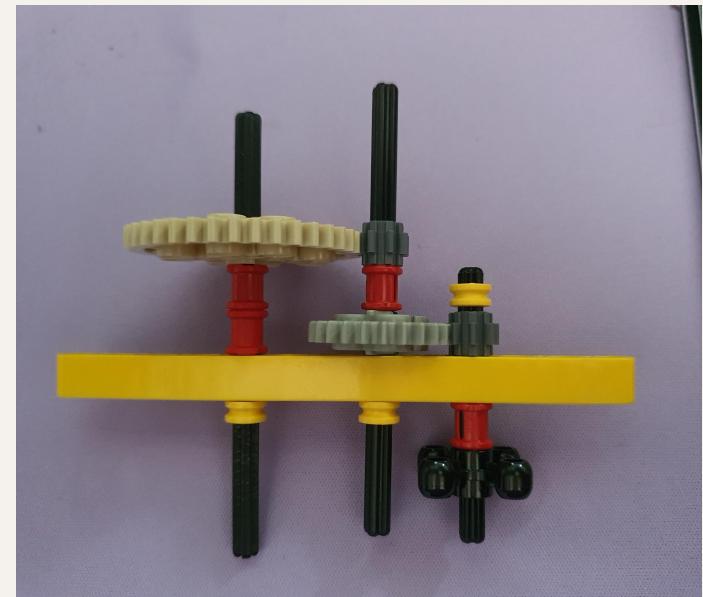
# Attività 3: ingranaggio con cambio a più stadi

Scopo della costruzione: amplificare la variazione di velocità nel sistema di ruote.

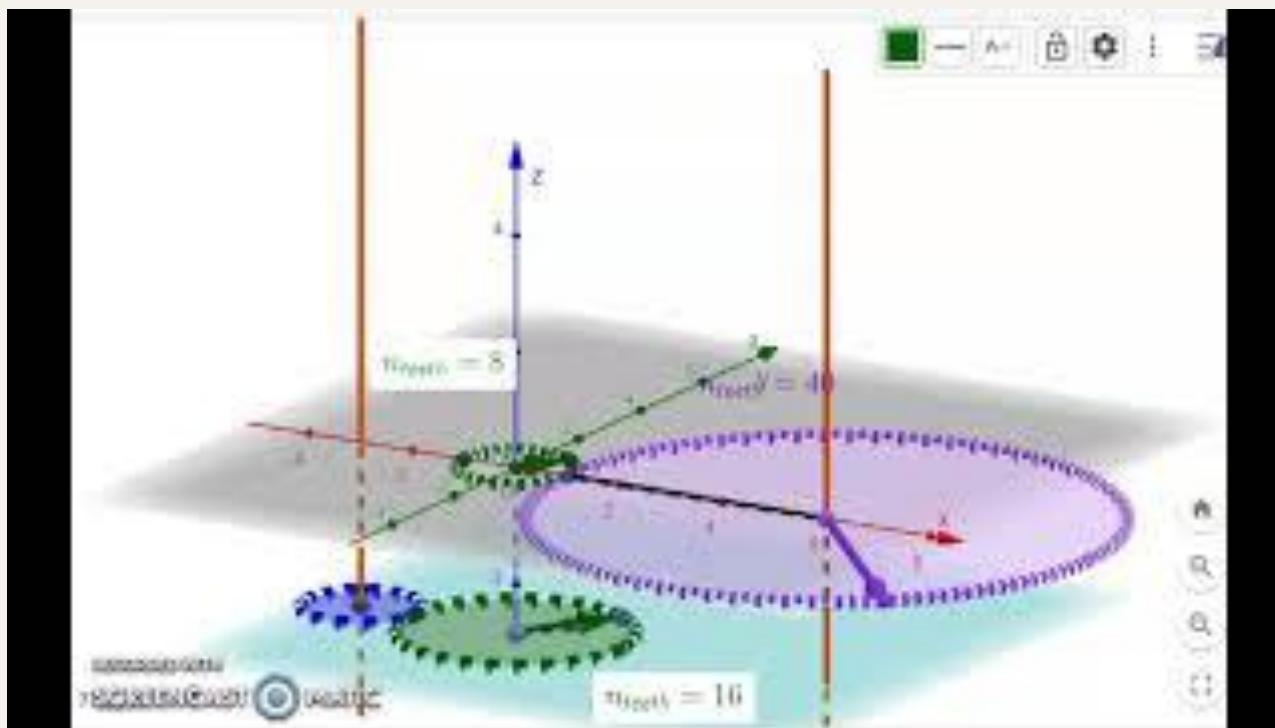
I rapporti di trasmissione tra due ruote non possono essere arbitrariamente grandi. Di solito non sarà maggiore di 1 : 6. Se si desidera un rapporto di trasmissione più elevato si utilizza almeno un secondo stadio.

Il cambiamento di velocità realizzato nella prima coppia di ruote dentate si trasmette inalterato alla piccola ruota inserita nello stesso asse che trasmette poi un secondo cambio di velocità alla ruota grande che si trova sullo stesso piano in alto.

$$\frac{8}{24} \times \frac{8}{40} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{15}$$



# Attività 3: ingranaggio con cambio a più stadi



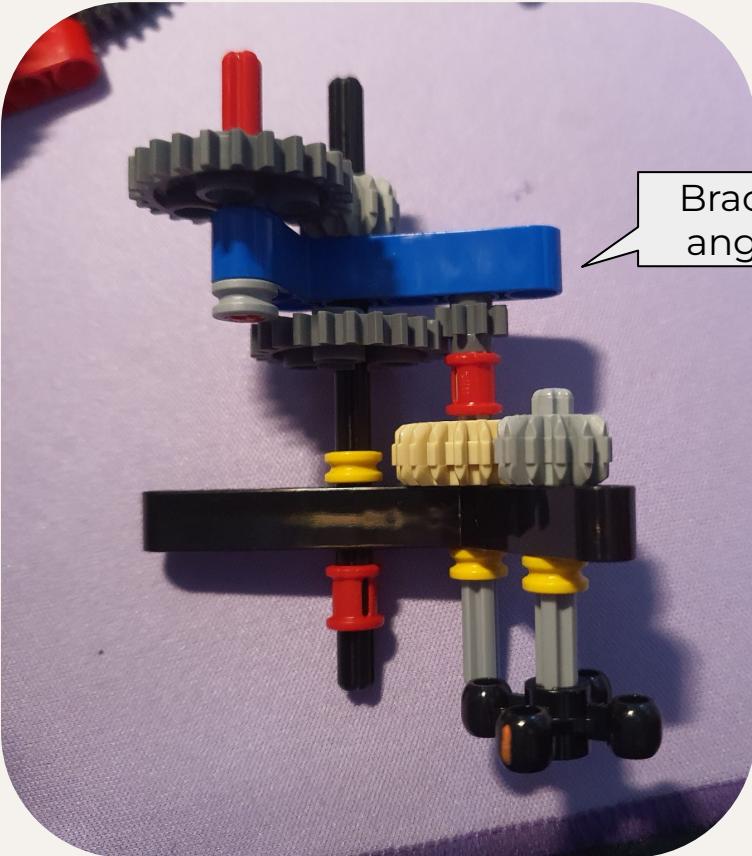
Simulazione  
con  
geogebra 3D

# Rapporti di trasmissione con ruote dentate Lego Technic

n. der	8	12	16	20	24	36	40	su braccio lungo	n. der	8	12	16	20	24	36	40	su braccio 90°	n. dent	8	12	16	20	24	36	40	su braccio 120°
8	1 a 1				1 a 3		1 a 5		8			1 a 2*						8	1 a 1			2 a 5	1 a 3	2 a 9	1 a 5	
12				3 a 5		1 a 3			12				1 a 2		3 a 10**			12		3 a 4	3 a 5		1 a 3			
16			1 a 1						16	1 a 2*			4 a 5		4 a 9**			16		3 a 4	1 a 1			4 a 9**	2 a 5	
20		3 a 5							20		4 a 5					1 a 2**		20	2 a 5	3 a 5		5 a 6	5 a 9	1 a 2		
24	1 a 3				1 a 1		3 a 5		24	1 a 2								24	1 a 3			5 a 6	1 a 1	2 a 3	3 a 5	
36	1 a 3								36		4 a 9**			2 a 3**				36	2 a 9	1 a 3	4 a 9**	5 a 9	2 a 3	1 a 1	2 a 3**	
40	1 a 5				3 a 5		1 a 1		40	3 a 10**		1 a 2**	2 a 3**					40	1 a 5		2 a 5	1 a 2	3 a 5	2 a 3**		

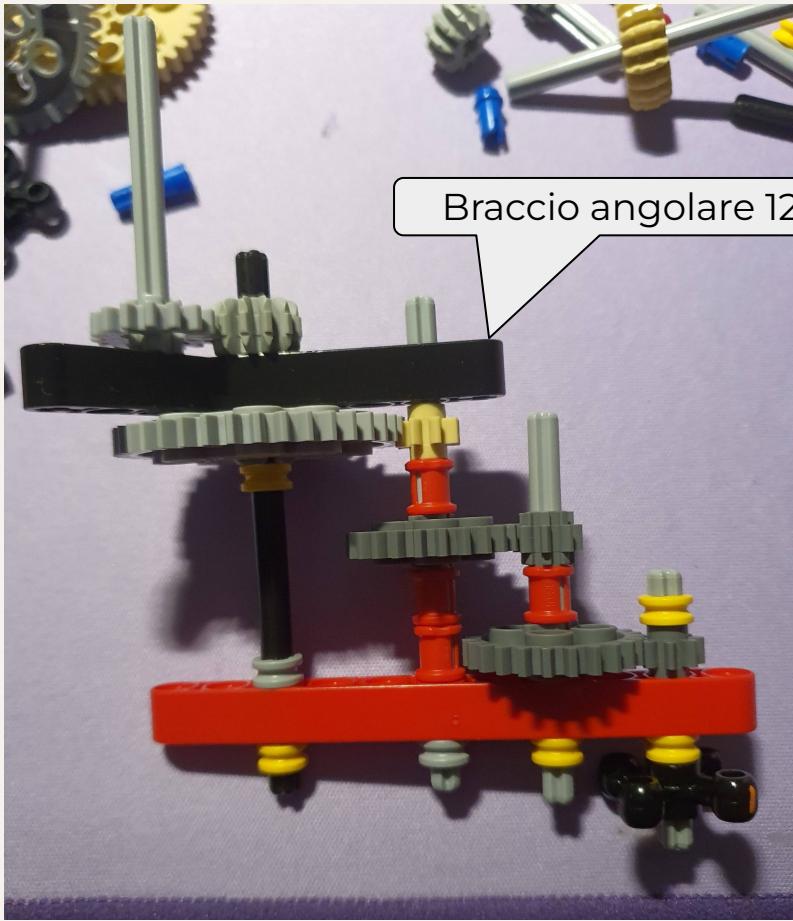
\* gira con difficoltà

\*\* la ruota meno spessa va alzata con 1/2 bush



## Treno di ingranaggi per realizzare il rapporto 1:10

$$\frac{12}{20} \times \frac{8}{24} \times \frac{12}{24} = \frac{3}{5} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{10}$$



## Treno di ingranaggi per realizzare il rapporto 1:60

$$\frac{8}{24} \times \frac{8}{24} \times \frac{8}{40} \times \frac{12}{16} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{5} \times \frac{3}{4} = \frac{1}{60}$$

# Un problema dal RMT

<https://www.icsedegliano.it/sezioni/rmt/prove/1718/1/26RmtProv1Udine.pdf>

26<sup>e</sup> RMT

PROVA I

gennaio-febbraio 2018

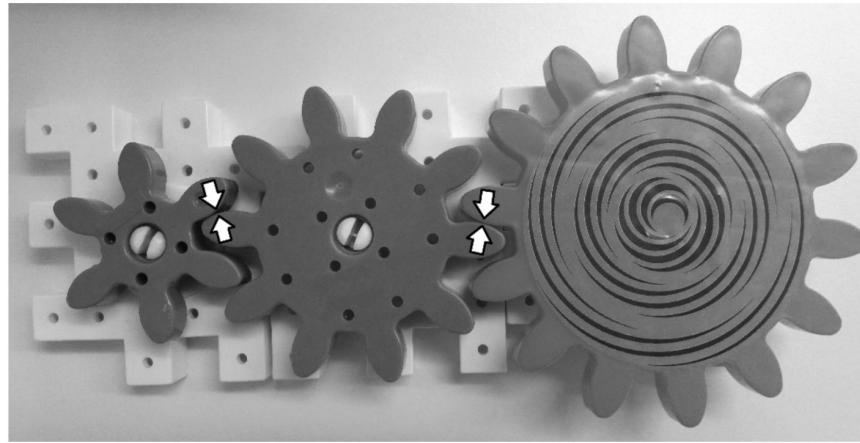
©ARMT 2018

25

## 15. RUOTE DENTATE (Cat. 7, 8, 9, 10)

Marcello ha un gioco di costruzioni con alcune ruote dentate. Sperimenta il montaggio di tre ruote: una piccola, una media e una grande.

All'inizio del suo esperimento segna con una freccia quattro denti di queste ruote (come si vede nella figura)

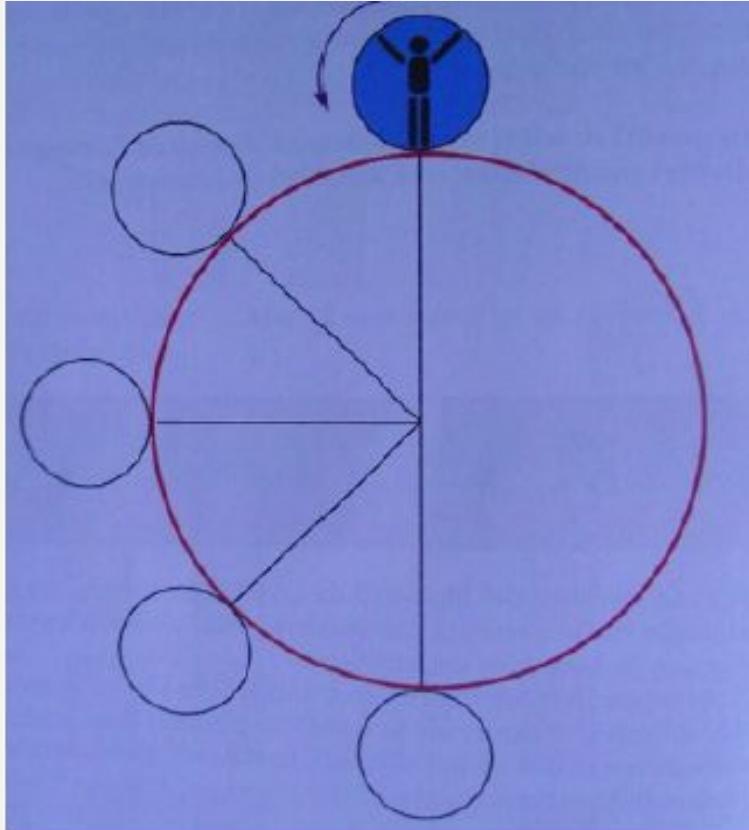


Marcello comincia poi a girare la ruota dentata media.

**Di quanti giri, al minimo, Marcello dovrà girare la ruota dentata media affinché le coppie di frecce siano di nuovo riunite come si vede nella figura qui sopra?**

**Spiegate il vostro ragionamento.**

# Un problema dalla raccolta Kangourou della Matematica



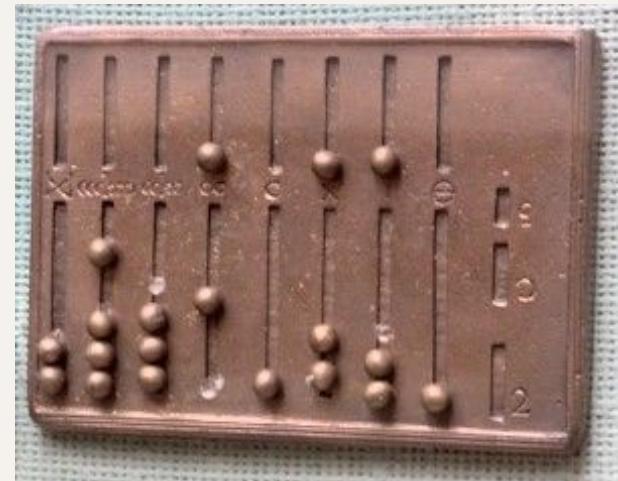
In una giostra un acrobata è attaccato a una piccola ruota dentata di 1 metro di raggio: la piccola ruota gira attorno a una grande ruota di raggio 4 metri.

- Disegna il corpo dell'acrobata stilizzato in ogni dei 4 piccoli cerchi rappresentati nella figura.
- Quanti giri su se stesso l'acrobata avrà fatto , per tornare con la ruota nella posizione iniziale?

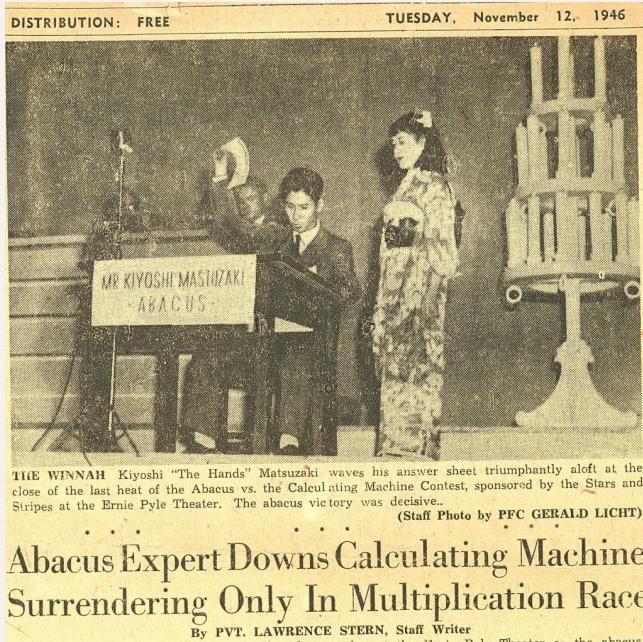
# La storia degli strumenti di calcolo - l'abaco

Fin dall'antichità, sia scienziati che mercanti hanno dovuto affrontare calcoli aritmetici, spesso ripetitivi. La necessità di accelerare tali operazioni e minimizzare gli errori ha stimolato lo sviluppo di tecniche e strumenti per il calcolo.

Inizialmente, uno strumento comune utilizzato a tal fine era l'abaco, risalente al V secolo a.C. I numeri venivano rappresentati tramite la posizione dei gettoni in diverse colonne, ciascuna delle quali corrispondeva alle unità, alle decine o alle centinaia di un numero. Le operazioni di somma e sottrazione venivano eseguite spostando i gettoni, con il risultato rappresentato dalla nuova disposizione di questi ultimi.



# La storia degli strumenti di calcolo l'abaco giapponese - soroban

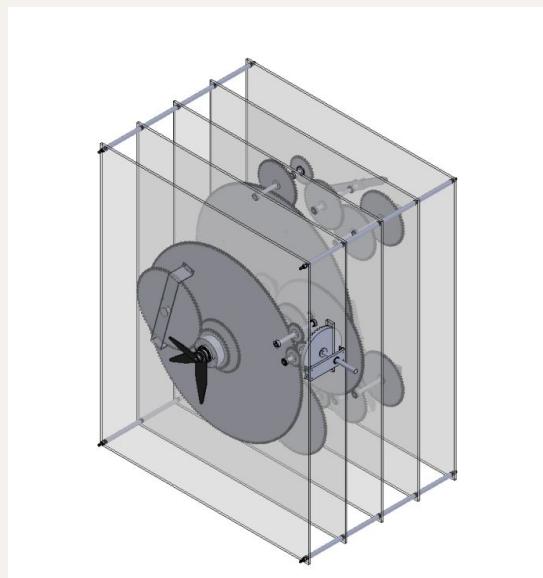


Un'entusiasmante gara tra l'abaco giapponese (Soroban) e la calcolatrice elettrica (Friden ST 10) si tenne a Tokyo il **12 novembre 1946**, sotto il patrocinio del quotidiano dell'esercito americano, Stars and Stripes. Kiyoshi Matsuzaki, impiegato presso l'Amministrazione postale con il suo abaco superò il contabile americano Thomas Nathan Wood che usò la calcolatrice ed era stato selezionato in un concorso di aritmetica come l'operatore più esperto sui calcolatori elettrici.

# Macchine di calcolo a ingranaggi

**La macchina di Anticitera** è il più antico calcolatore meccanico conosciuto risalente al **II secolo a.C.**; poteva calcolare importanti dati astronomici: le fasi lunari, i movimenti dei cinque pianeti allora conosciuti, gli equinozi, e le date dei giochi olimpici, che iniziavano con la luna piena più prossima al solstizio estivo.

La macchina presentava un complicato sistema di ingranaggi le cui ruote dentate potevano riprodurre un rapporto vicino a quello necessario per ricostruire il moto della Luna in rapporto al Sole (la Luna compie 254 rivoluzioni siderali ogni 19 anni solari).

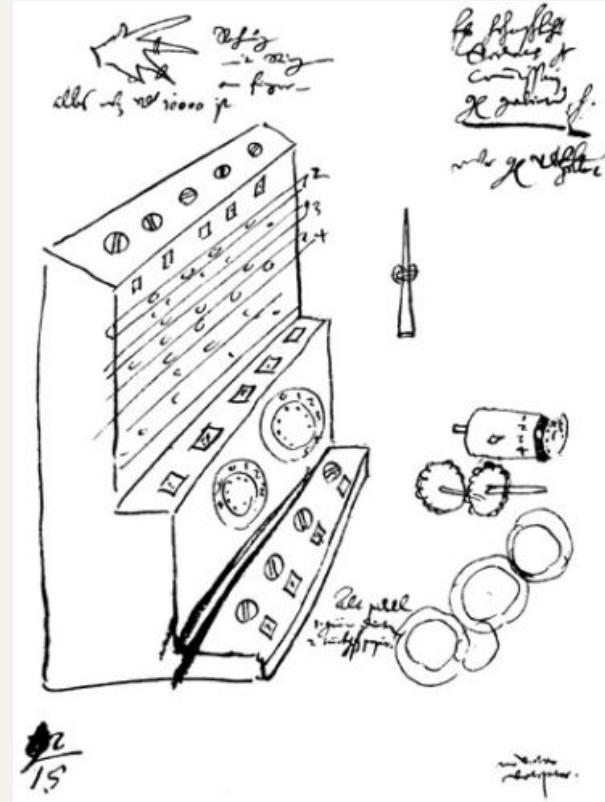


# Macchine di calcolo a ingranaggi 1600

Nel XVII secolo, fu sfruttata la tecnica degli ingranaggi, già utilizzata nell'orologeria, per sviluppare le prime calcolatrici meccaniche.

Lo scienziato tedesco Wilhelm Schickard inventò nel 1623 una calcolatrice meccanica che poteva sommare e sottrarre numeri fino a sei cifre. La macchina venne distrutta in un incendio e non più costruita fino al 1960; rimangono tracce della sua esistenza in un carteggio fra Schickard e Keplero.

A causa della Guerra dei Trent'Anni questa ingegnosa invenzione rimase sconosciuta a molti contemporanei compreso Pascal.



# Blaise Pascal: la vita

Nasce a  
Clermont-Ferrand  
. All'età di tre anni  
muore la madre

Primo prototipo  
della pascalina

Muore per  
malattia il 19  
agosto a 39 anni

1623 — 1639 — 1642 + 1654 — 1662 — 1670

A 16 anni scrive il suo  
primo trattato di  
geometria:  
“Sulle coniche”

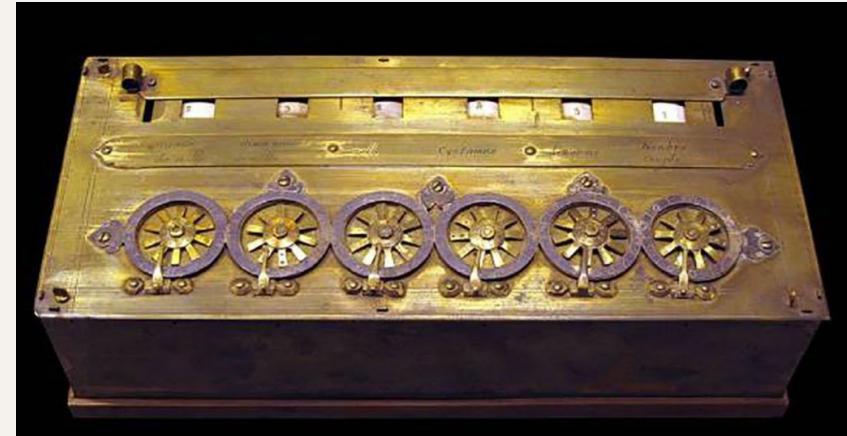
Si ritira in  
convento a  
Port-Royal

“Pensieri di Pascal sulla  
religione e su alcuni altri  
argomenti” viene  
pubblicato postumo



# Pascal e la pascalina

Nel 1642, all'età di diciannove anni, Blaise Pascal costruì la sua prima macchina addizionatrice, chiamata la Pascalina, oggi esposta al museo Conservatoire National des Artes et Métier di Parigi. Questo dispositivo, costituito da un complesso sistema di ingranaggi, consentiva di eseguire somme e sottrazioni, introducendo automaticamente il riporto. Fu creato da Pascal per assistere suo padre, Etienne, nel lavoro di contabile presso la Cancelleria di Stato.



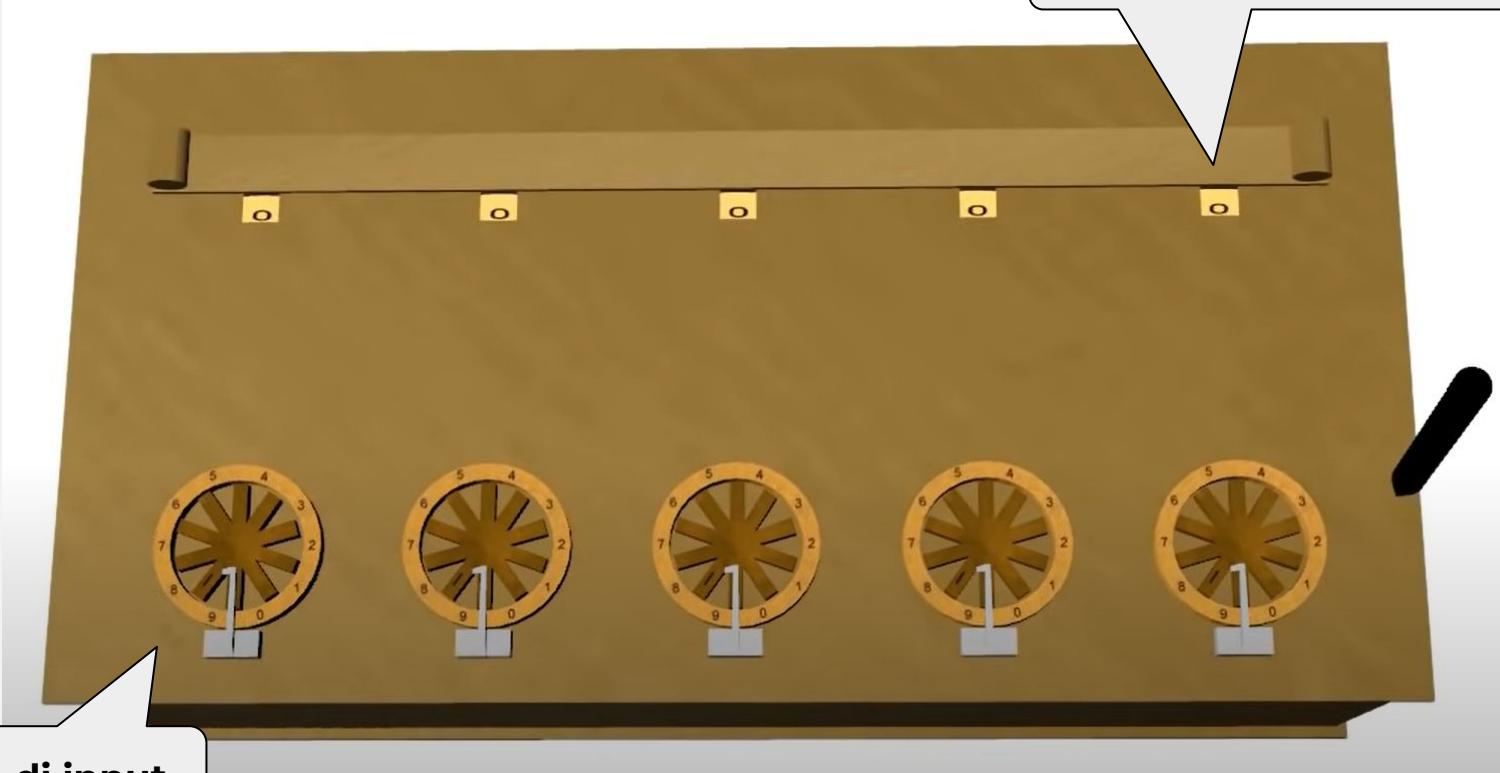
# Come funziona la pascalina

How the pascaline works

<https://www.youtube.com/watch?v=3h71HAJWnVU>



**Finestre di output**



**Ruote di input**

28

Girando le ruote  
nella parte  
inferiore il  
corrispondente  
numero appare  
nelle finestre  
superiori



# Addizioni

Per calcolare una somma si inseriscono successivamente gli addendi girando le ruote inferiori in senso orario.

Il risultato appare nelle finestre superiori.

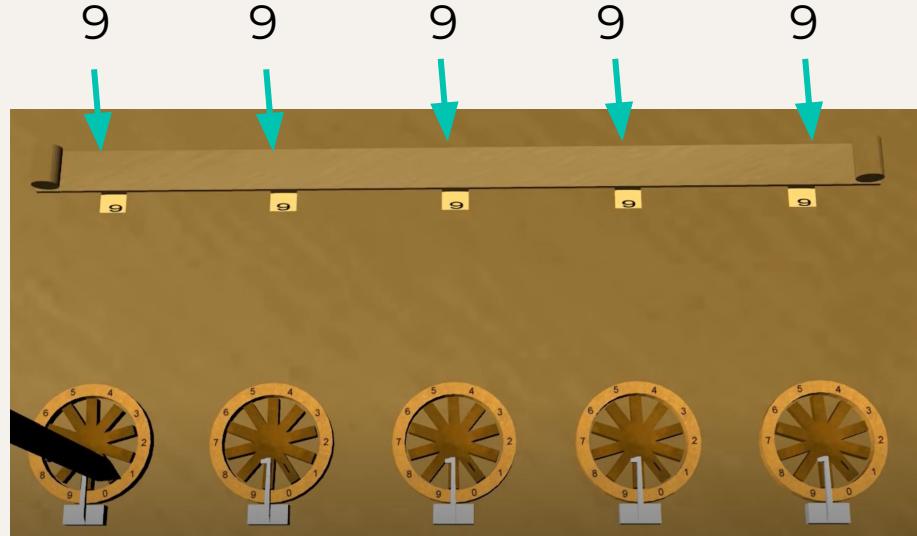
La macchina registra in modo automatico un eventuale riporto.

$$\begin{array}{r} 28 \\ + 35 \\ \hline 63 \end{array}$$



# Azzeramento della pascalina

Prima di ogni operazione la macchina deve essere riportata alla situazione iniziale in cui nelle finestre superiori compaiono tutti 0; tuttavia poichè le ruote inferiori possono avanzare solo in senso orario, le finestre superiori devono essere portate tutte a nove e poi con l'aggiunta di 1 unità la macchina verrà azzerata



# Le sottrazioni con la pascalina: la tecnica del complemento a nove

Le ruote dentate della pascalina potevano muoversi solo in verso orario, perciò non era possibile realizzare sottrazioni ruotando gli ingranaggi al contrario.

Pascal utilizzò perciò un metodo indiretto per eseguire la sottrazione: il metodo del complemento a 9. I complementi a 9 dei numeri erano riportati sulla parte superiore dei rulli: una barra mobile permetteva di visualizzare i numeri sulla parte inferiore o sulla parte superiore del rullo a seconda dell'operazione da fare.



# Le sottrazioni con la pascalina: la tecnica del complemento a nove

*Supponiamo di dover eseguire la sottrazione*

$$72 - 23$$

*Calcolo il complemento a 9 del minuendo 72*

$$99 - 72 = 27$$

*il numero che appare automaticamente nelle finestre superiori della pascalina è il complemento a 9 di 27, cioè 72 che è esattamente il minuendo*

*aggiungo il minuendo al risultato*

$$27 + 23 = 50$$

*Calcolo il complemento a 9 dell'ultimo risultato*

$$99 - 50 = 29$$

*che coincide con*

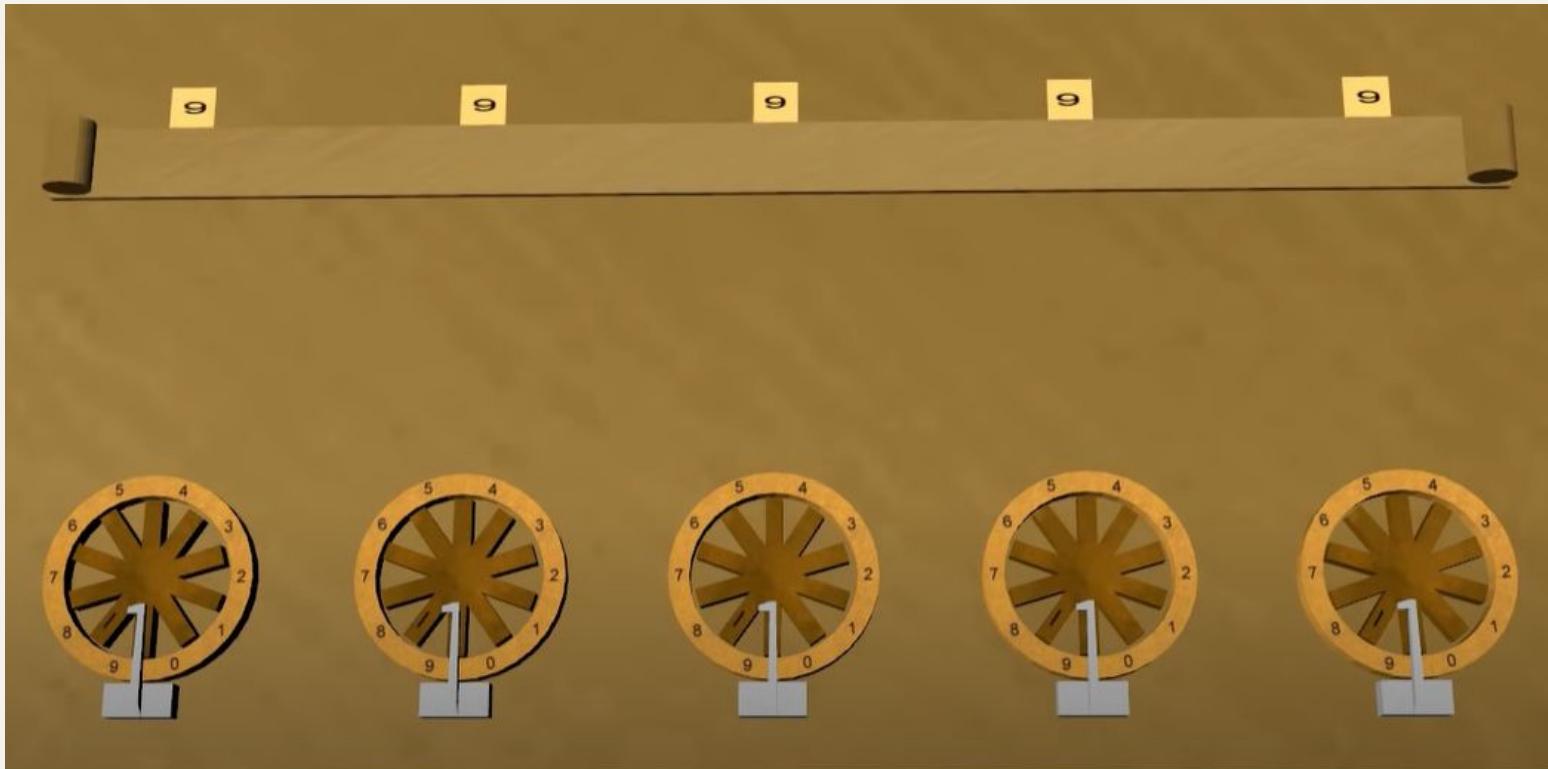
$$72 - 23 = 29$$

*il numero appare automaticamente nelle finestre superiori della pascalina*

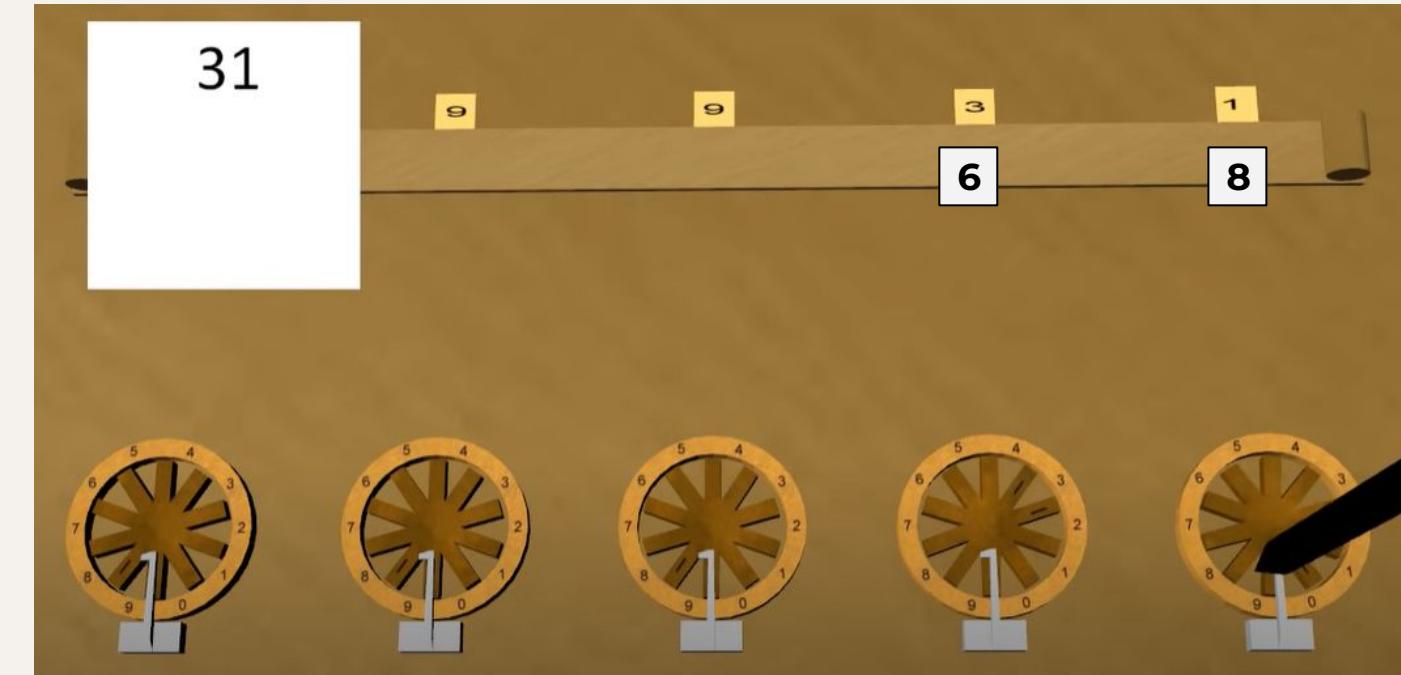
# ....un esempio sulla pascalina: 31-16

Muovere la barra superiore e scoprire il registro dei complementi a 9

a)

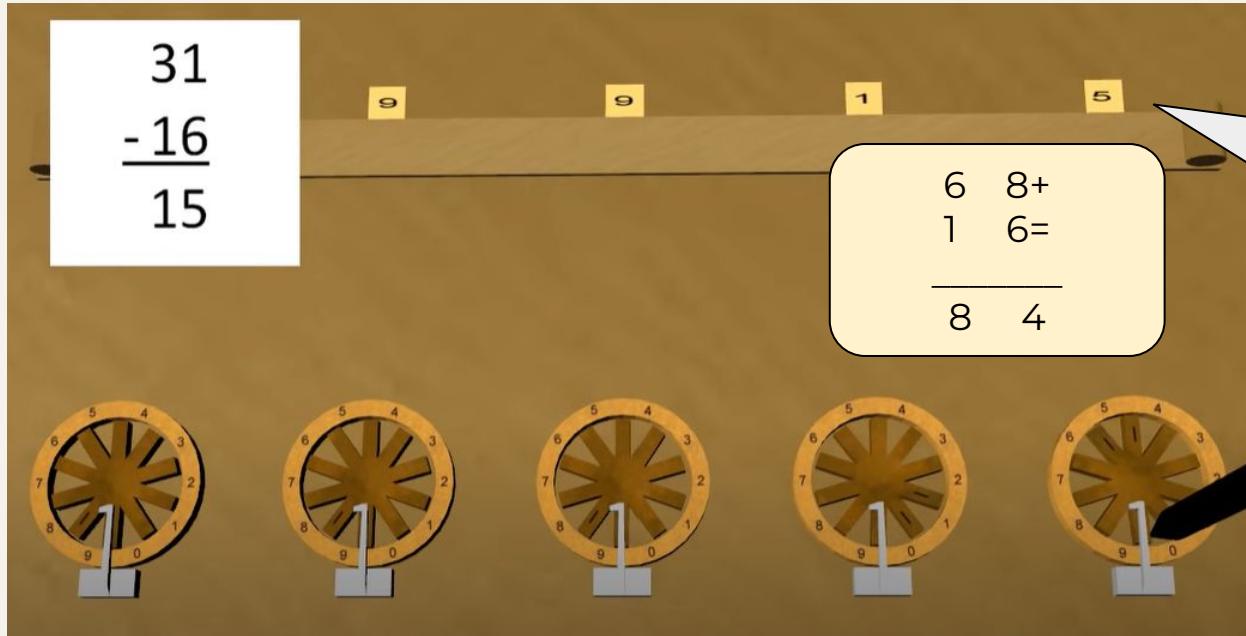


# ....un esempio sulla pascalina: 31-16



Girare le ruote inferiori finché nel display appare il minuendo

# ....un esempio sulla pascalina: 31-16

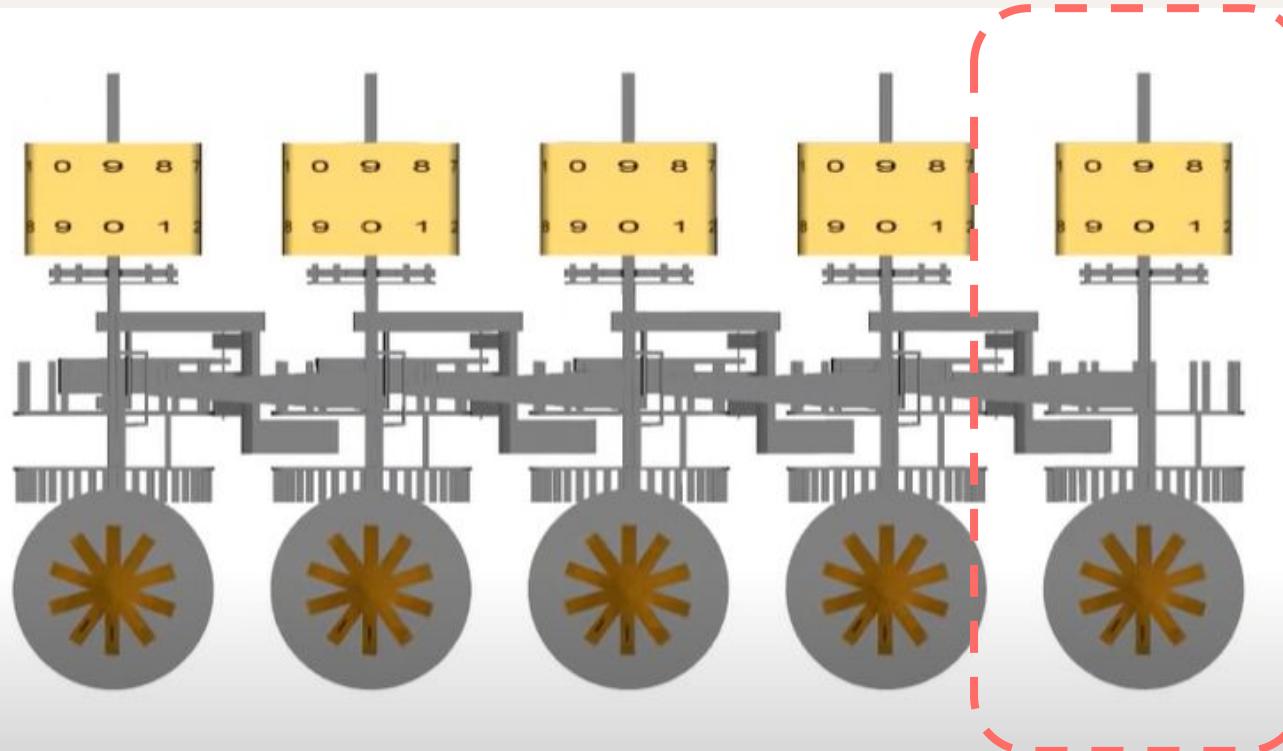


c)

Il sottraendo viene introdotto nel modo usuale facendo avanzare in senso orario di 1 unità la ruota delle decine e di 6 unità la ruota delle unità: nel display superiore appare direttamente la differenza.

Vanno considerate ovviamente solo le prime due cifre del display a partire a destra

# L'interno della pascalina

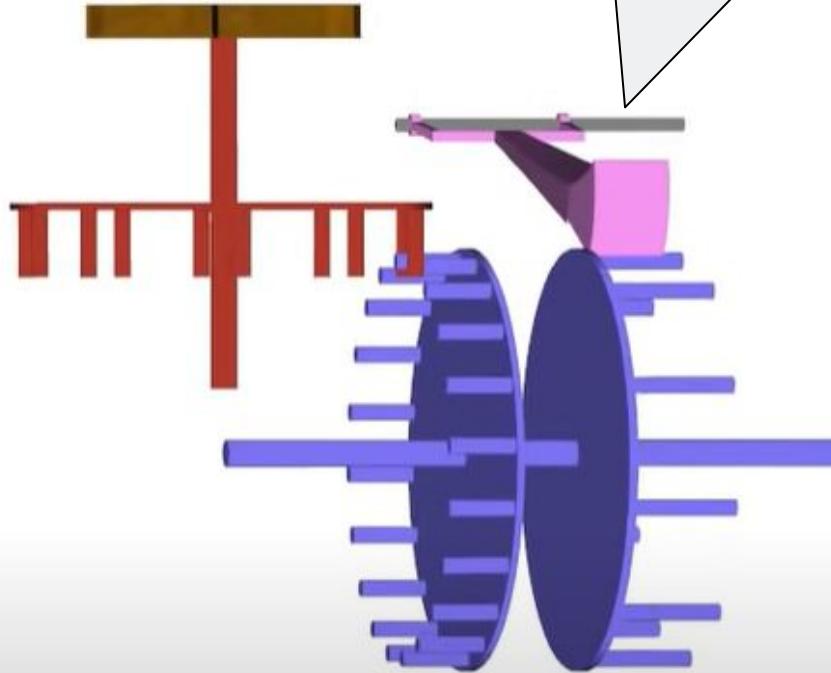


6 insieme uguali di ingranaggi

# L'interno della pascalina

Ruota di input

Dente che discretizza il moto della ruota e impedisce il moto in senso contrario

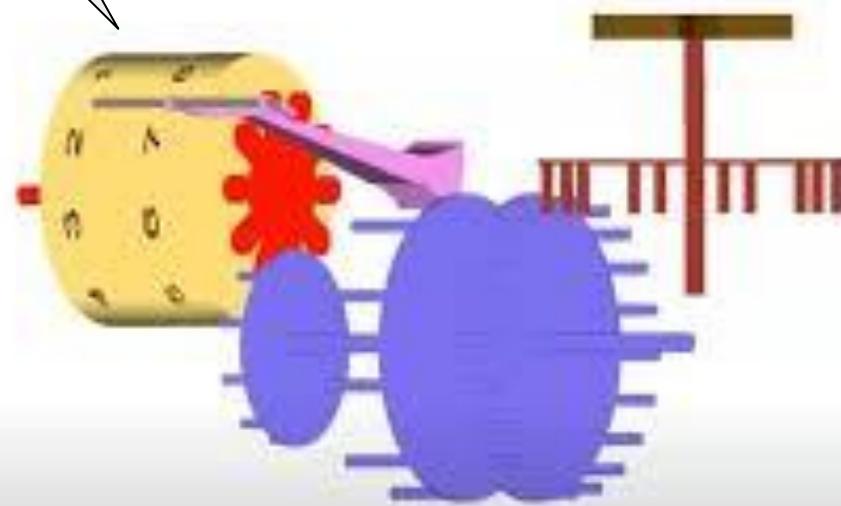


Sistema di ruote dentate che trasmettono il moto della ruota di input; le ruote sullo stesso asse ruotano alla stessa velocità

# L'interno della pascalina

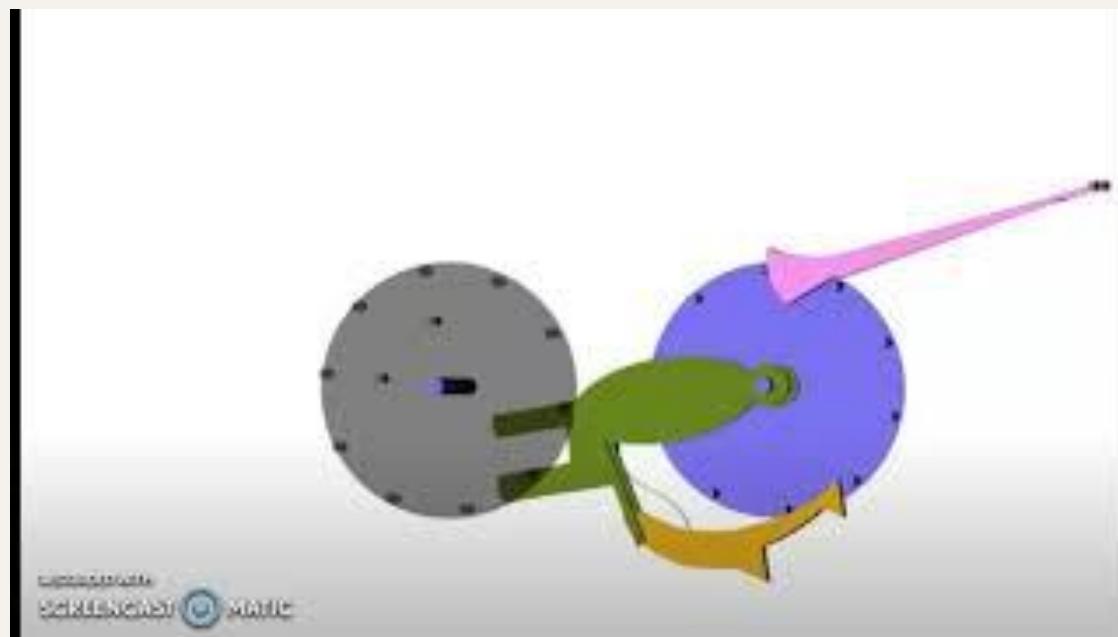
Registro di output

input



www.silvano.it  
SILVANO ITALIA  
ARANCIO

# L'interno della pascalina: il meccanismo di riporto



Il meccanismo del riporto è formato da due perni posti su una delle ruote verticali di trasmissione, una leva che viene montata sulla ruota di trasmissione dell'ordine successivo e un dente di riporto. La leva aggancia il primo perno nel passaggio della ruota di input dalla cifra 9 allo zero; il secondo perno segna la durata dell'aggancio e fa sì che la leva torni alla posizione iniziale, mentre la ruota di ordine superiore compie un passo in avanti

# Documenti storici relativi alla pascalina

- LETTERA DI DEDICA AL MONSIGNOR CANCELLIERE RELATIVA ALLA MACCHINA RECENTEMENTE INVENTATA DAL SIGNOR B. P. PER ESEGUIRE OGNI TIPO DI OPERAZIONE ARITMETICA CON UN MOVIMENTO SENZA PENNA NÉ GETTONI (1645) con
- AVVISO NECESSARIO A TUTTI COLORO CHE AVRANNO LA CURIOSITÀ DI VEDERE LA MACCHINA ARITMETICA E DI SERVIRSENE (1645)
- PRIVILEGIO DEL RE, PER LA MACCHINA ARITMETICA (1649).
- LETTERA DI PASCAL ALLA REGINA CRISTINA, in accompagnamento alla macchina aritmetica (1650).

# Pascal presenta la pascalina

B. Pascal, Oeuvres complètes, Texte établi, présenté et annoté par Jacques Chevalier, Paris Gallimard, 1954, pp. 349-358 e 502-504

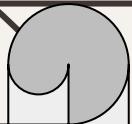
**LETTERA DI DEDICA AL MONSIGNOR CANCELLIERE RELATIVA ALLA MACCHINA  
RECENTEMENTE INVENTATA DAL SIGNOR B. P. PER ESEGUIRE OGNI TIPO DI  
OPERAZIONE ARITMETICA CON UN MOVIMENTO SENZA PENNA NÉ GETTONI  
CON**

un avviso necessario a coloro che avranno la curiosità di vedere la suddetta macchina e di servirsene

1645

AL MONSIGNOR CANCELLIERE

# Lettera al Monsignor Cancelliere



La lentezza e le difficoltà dei mezzi di cui ci si serve ordinariamente mi fecero pensare ad un qualche sussidio di più rapido e facile utilizzo, che potesse aiutarmi nei grandi calcoli che mi impegnano da diversi anni in molti affari, e che dipendono dalle occupazioni con cui avete avuto la compiacenza di onorare mio padre per il servizio di Sua Maestà nell'Alta Normandia;

.....

Le invenzioni sconosciute trovano sempre più detrattori che estimatori: i loro artefici vengono biasimati, poiché non se ne ha una perfetta comprensione; e un pregiudizio iniquo, secondo cui le cose fuori dall'ordinario portano difficoltà, fa sì che, invece di esaminarle per valutarle, le si accusi di impossibilità, per poi rifiutarle tacciandole di non pertinenza.

# Privilegio del Re per la macchina aritmetica



Facciamo espresso divieto di esporre,  
vendere, in codesto regno, qualsiasi  
contraffazione anche a tutti gli stranieri,  
mercanti o di altra professione, e anche  
nel caso in cui [lo strumento] sia stato  
prodotto oltre i confini. Tutti i  
contravventori saranno puniti con  
un'ammenda di tremila "lire".



Privilége .

Louis par la grâce de Dieu.,  
Roi de France et de Navarre à nos ames,  
et à ceux dont les gens tenans nos États le  
Parlement, M. des Reg. ordinaires de notre  
honneur, Brûlles, Senz-Baux, Pivots, lors Pluton.  
et tous autres nos justiciers et officiers qu'il appartient  
particulier, Salut, Notre cher et bie Amé le S.  
Pascal Nous a fait remettre, qu'à l'imitation  
du S. Pascal nous peuons faire. Cest en nos Conseils  
et Presidents en notre Cour d'Or Ayder l'Avocage  
il avoit été des plus jenners ans une inventi  
nation particulière aux Sciences Mathématiques  
Deno. Esquelles pour ses bades et ses observationes  
il a inventé plusieurs choses et particulièrement  
une machine de laquelle on peut faire toutes sortes  
de Supputations, additions, soustractions, multi  
plications, divisions, et toutes les autres Règles  
d'Arithmetique, tant en nombre entier que com  
me si le tiers de plume n'efforce pas une tutoie  
Bianconij

# Pascal presenta la pascalina

LETTERA DI PASCAL  
ALLA REGINA CRISTINA,  
in accompagnamento alla  
macchina aritmetica (1650).

È la Vostra Maestà, MIA SIGNORA, che offre all'universo quell'esempio unico che gli mancava; in lei il potere viene dispensato dai lumi delle scienze, e la scienza elevata dallo splendore dell'autorità

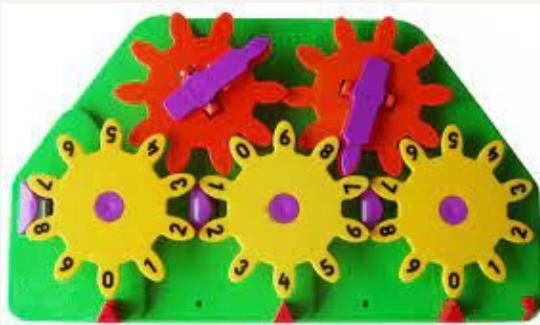


# Una moderna versione didattica della pascalina



- Come è fatta?
- A cosa serve?
- Come funziona?
- Quali significati matematici può mettere in evidenza?

# Come e perchè usare la pascalina con i ragazzi più grandi?



- Per sperimentare un'interessante attività di argomentazione: i ragazzi divisi in gruppo provano a scrivere un “manuale d’uso” rispondendo alla domande
  - Come è fatta?
  - A cosa serve?
  - Come funziona?
- Per spiegare come la macchina traduce gli algoritmi di calcolo per
  - L'addizione
  - La sottrazione
  - La moltiplicazione come somma ripetuta
  - La divisione come differenza ripetuta
- Per avvicinare gli studenti alla storia della matematica attraverso la lettura diretta delle fonti (in lingua originale se studiano il francese)

# Sitografia

- Tovena F., Lamberti L., (2019) Frazioni, Ingranaggi e orologi lunari,  
<https://art.torvergata.it/retrieve/e291c0d8-e554-cddb-e053-3a05fe0aa144/DIFIMA.pdf>
- Arzarello F., Casella P., Pretelli F., Savioli K., (2015) Ruote e ingranaggi, Proposte per la formazione continua dei docenti,  
[http://www.scuolavalore.indire.it/nuove\\_risorse/ruote-e-ingranaggi/](http://www.scuolavalore.indire.it/nuove_risorse/ruote-e-ingranaggi/)
- An engineer's approach to Woodworking;  
[https://woodgears.ca/gear\\_cutting/template.html](https://woodgears.ca/gear_cutting/template.html)
  - Progettazione e animazione di ingranaggi:  
[https://woodgears.ca/gear\\_cutting/index.html](https://woodgears.ca/gear_cutting/index.html)
- Sveliamo le proporzioni nascoste nei LEGO Technic  
<https://www.youtube.com/watch?v=rrVlSnlGYIo>
- Tutti i rapporti di trasmissione con Lego technic -  
<https://www.youtube.com/watch?v=Ow0kZZGjWtQ>

# Sitografia

- [https://it.wikipedia.org/wiki/Macchina\\_di\\_Anticitera](https://it.wikipedia.org/wiki/Macchina_di_Anticitera)
- Lucio Russo, La rivoluzione dimenticata, VII edizione, Milano, Feltrinelli, 2013, ISBN 978-88-07-88323-1
- Graziani P., Sangi M., (2005) “La\_Macchina\_Aritmetica\_di\_Blaise\_Pascal”  
<https://www.researchgate.net/publication/264416873>
- Carlo Felice Manara (2002) “Blaise Pascal matematico”  
<https://www.carlofelicemanara.it/public/file/File/Biografia/Blaise%20Pascal%20Matematico%201.pdf>
- L. Giacardi “Pascal e Macchina Aritmetica”  
<http://php.math.unifi.it/convegnostoria/materiali/Giacardi-PascaleMacchinaAritmetica.pdf>