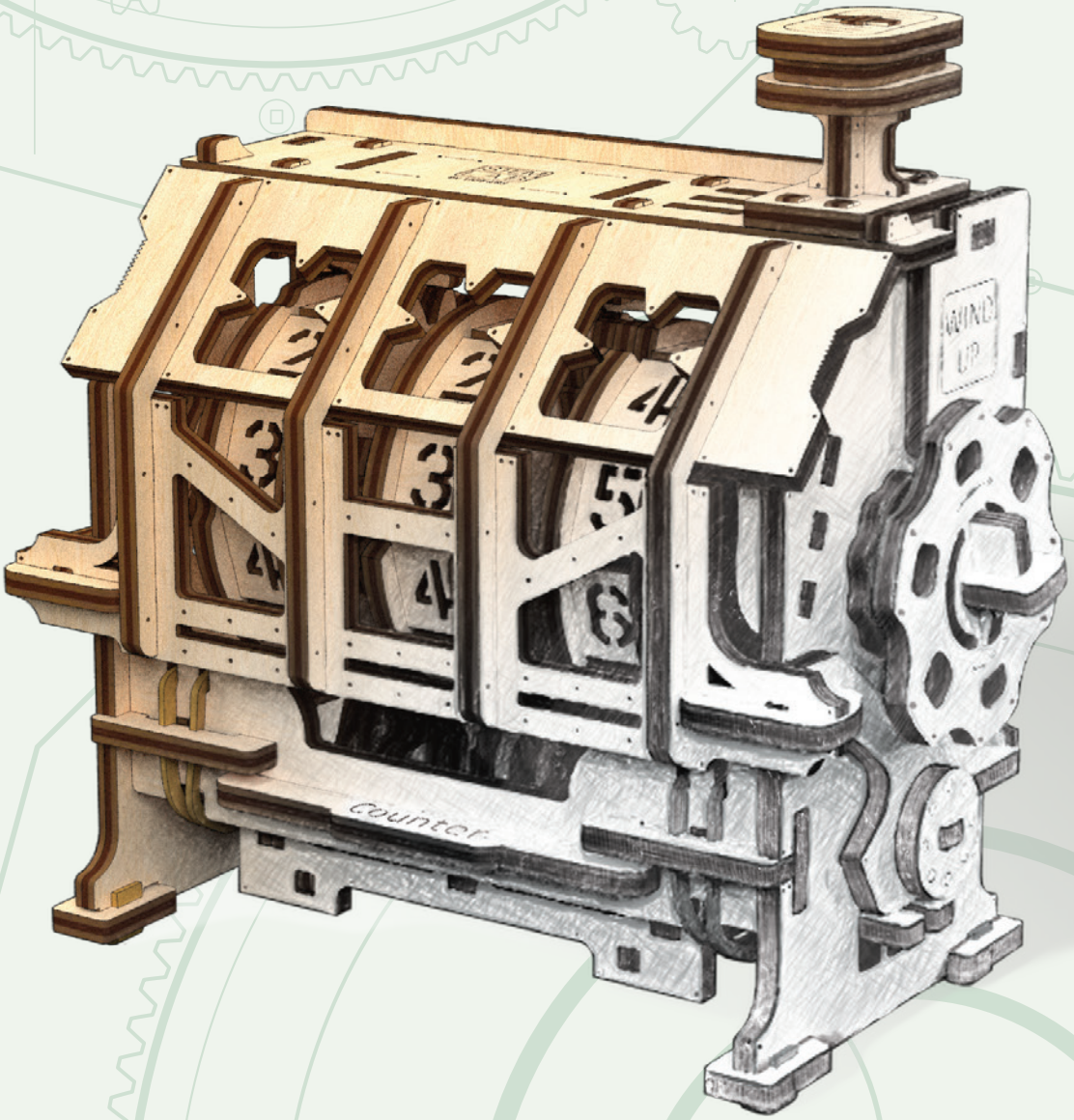
STEM LAB by UGEARS

MODEL MECHANICZNY

LICZNIK



Podręcznik Młodego Inżyniera

§1

Wstęp

Nasz mózg jest połączony w taki sposób, że łatwo traci rachubę przedmiotów lub czynności powyżej 10 - prawdopodobnie ze względu na liczbę palców obu rąk. Od czasów starożytnych ludzie używali wszelkiego rodzaju urządzeń liczących, w tym również tych, które mierzyły odległość między wioskami - do geolokalizacji jak daleko znajdowało się źródło wody, do liczenia worków zboża, które trzeba było transportować do młynarza itp.

Wraz z rozwojem przemysłowym i społecznym wzrosło znaczenie automatyzacji liczenia - należy rozliczać się z liczby szczegółów i operacji, rejestrować zwiedzających wystawy, rejestrować każdy punkt zdobyty przez profesjonalnych sportowców.

Licznik nie tylko zaspokaja wszystkie te potrzeby. Urządzenie to wydaje się tak małe i proste, ale w takiej czy innej formie wykorzystywane jest w niemal wszystkich gałęziach ludzkiej działalności. Dla przykładu, kiedy pasażerowie wchodzą na pokład samolotu, obsługa lotu używa miniaturowego licznika do obliczenia liczby pasażerów, trzymając go za plecami.

Istnieje jednak jedna branża, w której liczniki zyskały mocną pozycję i zawsze będą szeroko stosowane, jest to przemysł motoryzacyjny.

Zgadza się. Na desce rozdzielczej każdego samochodu widzimy ruchome liczby na wskaźniku przebiegu, i to jest właśnie licznik, który jest częścią systemu licznika kilometrów pojazdu. Nazwa «licznik kilometrów» pochodzi od połączenia greckich słów «hodós» - ścieżka i «métron» - miara, co daje nam całkiem dobre wyobrażenie o tym, do czego służy urządzenie: do pomiaru ścieżki.

Model mechaniczny Licznik, któremu przyjrzymy się szczegółowo w tym przewodniku, może być użyty do liczenia czegokolwiek, do liczby 999.

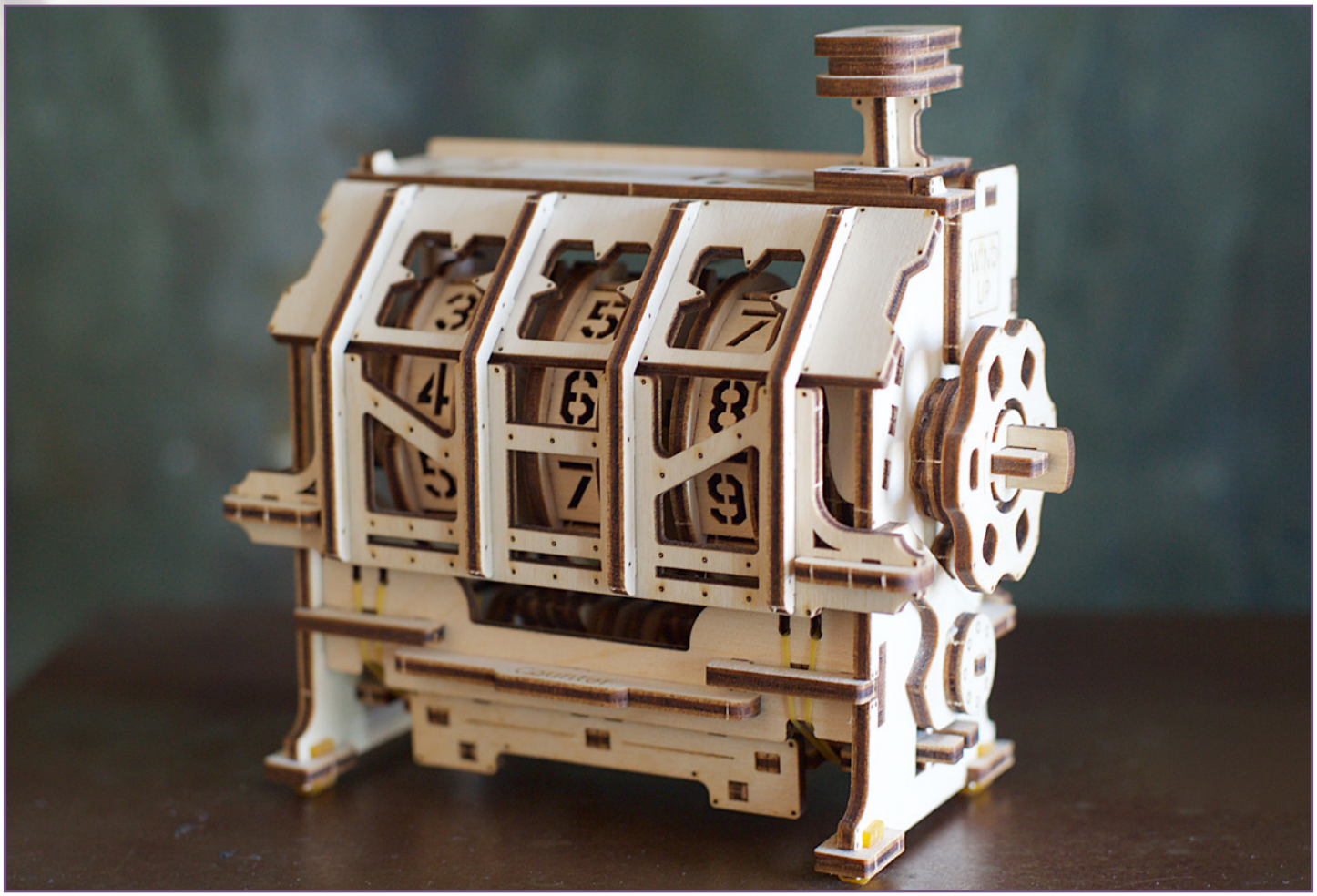
Na przykład, model ten pozwoli Ci śledzić ruchy podczas gry w szachy, śledzić liczbę goli i punktów w grach piłkarskich, liczyć liczbę kroków, które wykonujesz lub słowa, które powtarzasz w ciągu dnia, i wiele innych.

Oczywiście, obliczanie przebiegu samochodu będzie sprawiało trudności, ale licząc liczbę słupków za oknem samochodu i mnożąc to przez odległość między nimi, można uzyskać odległość, którą przejechałeś.

Jak już wcześniej zauważyliśmy, liczniki są najczęściej używane jako część licznika kilometrów.

Weźmy to urządzenie za przykład i rozważmy historię i zasadę działania tego niesamowitego i pozornie prostego mechanizmu.

Mały licznik ręczny



Licznik z serii STEM-lab

Model ten został zaprojektowany tak, aby przypominał element konstrukcyjny maszyny przemysłowej z przeszłości, z czasów rewolucji przemysłowej.

§2

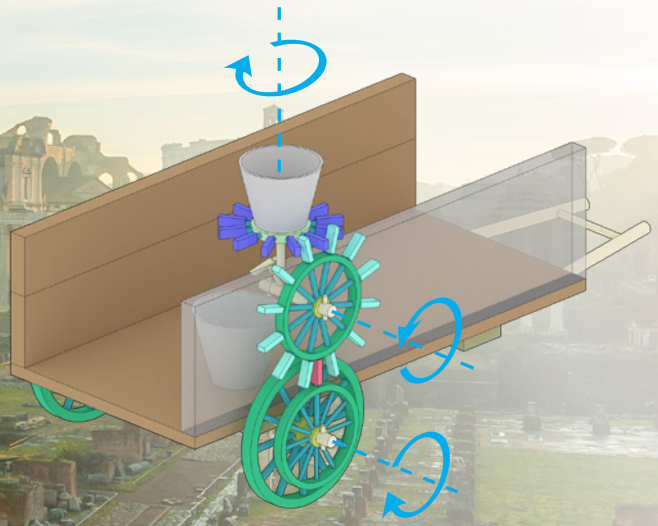
Tło historyczne

OLicznik kilometrów (i jego główna część - licznik) istnieje już od dłuższego czasu. Wiadomo, że był on używany prawie 2000 lat temu do pomiaru długości dróg. Trzem postaciom historycznym przypisywane są zasługi za jego wynalazek: Chińskiemu polimacie Zhangowi, słynnemu greckiemu matematykowi Archimedesowi z Syrakuz i Heronowi z Aleksandrii, innemu inżynierowi ze starożytnej Grecji.

Odometer Herona (zdjęcie 1) był bardzo prostym mechanizmem z dwoma biegami i skrzynią z kamieniami, używany był w wózkach. Przy jednym pełnym obrocie koła*, zamontowany pionowo bieg obracał się o jedną zębatkę. Kiedy pionowe koło zakończyło pełne obrót, zazębiało się z zamontowanym poziomo kołem, które miało w sobie otwór. Pchnięte przez pionowe koło zębate, poziome obracało się tak, że przez otwór wpadał kamień. Liczba kamieni była liczona na końcu drogi, a znając obwód koła, łatwo było obliczyć odległość, jaką pokonał wózek.

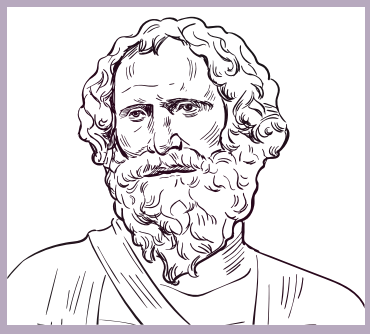
Podobne urządzenia były używane w mniej więcej tym samym czasie zarówno w Cesarstwie Rzymskim jak i w Chinach. Ponadto, w III wieku w Chinach pojawiło się pojęcie «Ji Li Gu Che» opisujące «licznik mierzący drogę powozu w li». «Li» jest miarą odległości, która we współczesnej interpretacji wynosi 500 metrów lub 1640 stóp.

Zalety odometrów zostały uznane w każdym kraju na świecie. Na przestrzeni lat udoskonalano, modyfikowano i dostosowywano liczniki do różnych jednostek miar stosowanych w różnych krajach - mil, lig, kilometrów. Tak więc, w miarę upływu wieków, wózki zastępowano powozami, a te z kolei zastępowano nowoczesnymi samochodami, ale jedno pozostało niezmienne - pragnienie, aby wiedzieć, ile kilometrów przejechano. Ale znajomość przejechanego dystansu jest tak ważna, a dlaczego licznik kilometrów tak bardzo się liczy? Spróbujmy to zrozumieć.



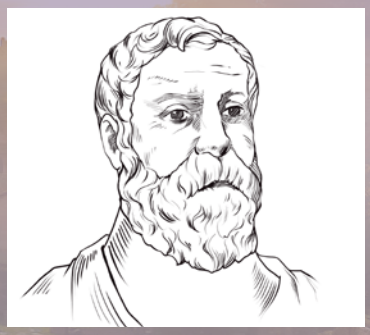
Zdjęcie 1

* Znając długość obwodu okręgu (2πR) - np. koła swojego wózka - i liczbę obrotów, którą wskazuje licznik, możesz łatwo obliczyć odległość.



Archimedes był starożytnym greckim naukowcem i inżynierem. Dokonał wielu odkryć w dziedzinie geometrii, położył podwaliny pod mechanikę i hydrostatykę, a także był za wieloma ważnymi wynalazkami.

Zhang Heng był chińskim filozofem, nauczycielem, myślicielem, pisarzem, poetą, mężem stanu, wynalazcą i naukowcem, który dokonał ważnych odkryć w dziedzinie matematyki, astronomii, mechaniki, sejsmologii i geografii.



Hero z Alexandrii Był greckim matematykiem i inżynierem mechanikiem. Szczegóły jego życia są nieznane, ale jest on jednym z największych inżynierów w historii ludzkości.

§3

O mechanizmie i zakresie jego zastosowania

Tak więc wiemy już, że licznik kilometrów jest urządzeniem najczęściej używanym do rejestrowania przebiegu samochodu (przebytej odległości) w kilometrach lub milach.

Zobaczmy teraz, jak to działa i jakie rodzaje liczników kilometrów są obecnie dostępne.

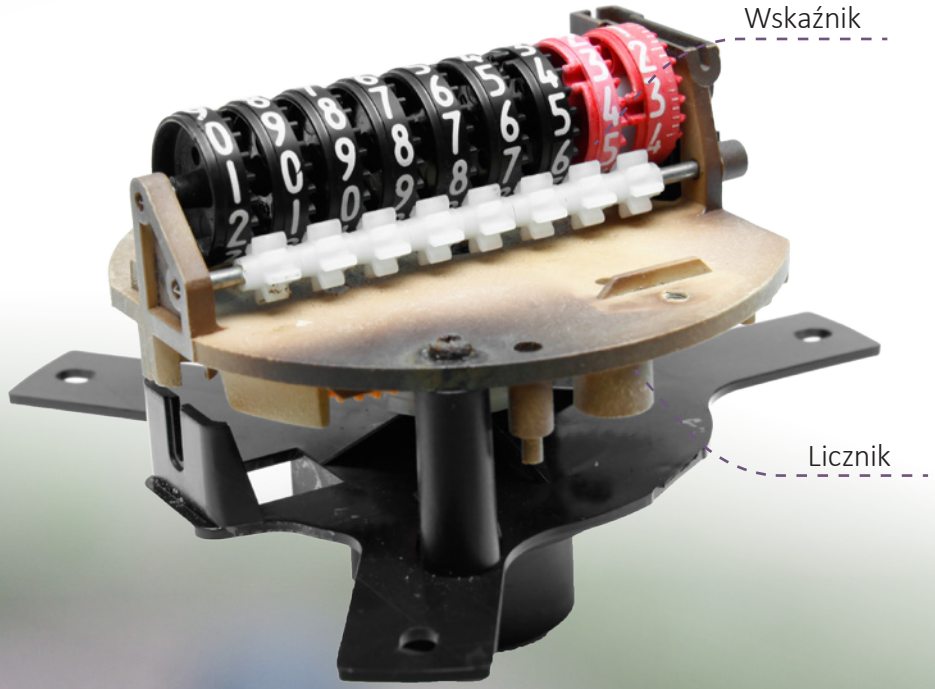
Na licznik kilometrów składają się trzy podstawowe elementy:

1. **Czujnik.** Jest to czujnik, który przekazuje do licznika informacje o tym, ile obrotów wykonało np. koło samochodu.

Z reguły czujniki umieszczone są w obudowie skrzyni biegów lub w samym kole. Zasada działania może być mechaniczna (wykrywanie obrotów i przesyłanie ich do licznika) lub elektromechaniczna (wykrywanie obrotów i przetwarzanie ich na sygnały elektryczne).

2. **Licznik** jest najważniejszą częścią. Przekształca on sygnał otrzymany z czujnika i wyświetla go na wskaźniku. Za pomocą mechanicznego drogomierza, czujnik, za pomocą specjalnego elastycznego kabla, fizycznie przekazuje ruch obrotowy do licznika i wprawia mechanizm w ruch. W elektronicznym liczniku nic nie jest wprawiane w ruch. Funkcja ta jest realizowana za pomocą impulsów elektronicznych, które są przetwarzane przed wyświetleniem wartości na wskaźniku.

3. **Wskaźnik,** prostym językiem, jest panelem z ruchomymi figurami lub elektronicznym wyświetlaczem, który mówi nam, jak daleko się posunęliśmy.



Na podstawie tego, co już wiemy, ustalmy, jakie są rodzaje odometrów:

Mechaniczny odometer – to mechaniczny czujnik + mechaniczny licznik. Jest to najprostsze urządzenie, oparte na zasadzie przekazywania obrotów za pomocą kabla bezpośrednio do mechanizmu licznika.

Hybrydowy albo electromechaniczny odometer – czujnik mechaniczny + licznik elektroniczny. W tym przypadku fizyczny obrót kabla porusza mechanizm licznika, ale wskaźnik jest cyfrowy, więc działanie mechanizmu licznika jest digitalizowane.

Cyfrowy odometer – czujnik elektromechaniczny + licznik elektroniczny. Jest to najnowocześniejszy system stosowany w handlu. Czujnik wykrywa obroty i przekształca je w impuls elektroniczny, który jest interpretowany w liczniku i przekazywany do wskaźnika.

Więc co jest takiego ważnego w tym, żeby wiedzieć, jak daleko jechaliśmy?

W praktyce drogomierz pomaga określić długość trasy, np. przebieg samochodu, aby poinformować kierowcę o terminie następnego serwisu. Kiedy zresetujesz licznik kilometrów (lub zaznaczysz liczby) przed podróżą, możesz ustalić odległość od punktu początkowego do miejsca docelowego. Możesz też na przykład określić odległość, jaką Twój samochód może pokonać na jednym pełnym baku.

Ponadto, przy zakupie lub sprzedaży samochodu, jego pozostały okres użytkowania jest często określany na podstawie przejechanych kilometrów, co wpływa na jego wartość.

Przebieg definiuje opłaty za przejazd taksówką, itp.

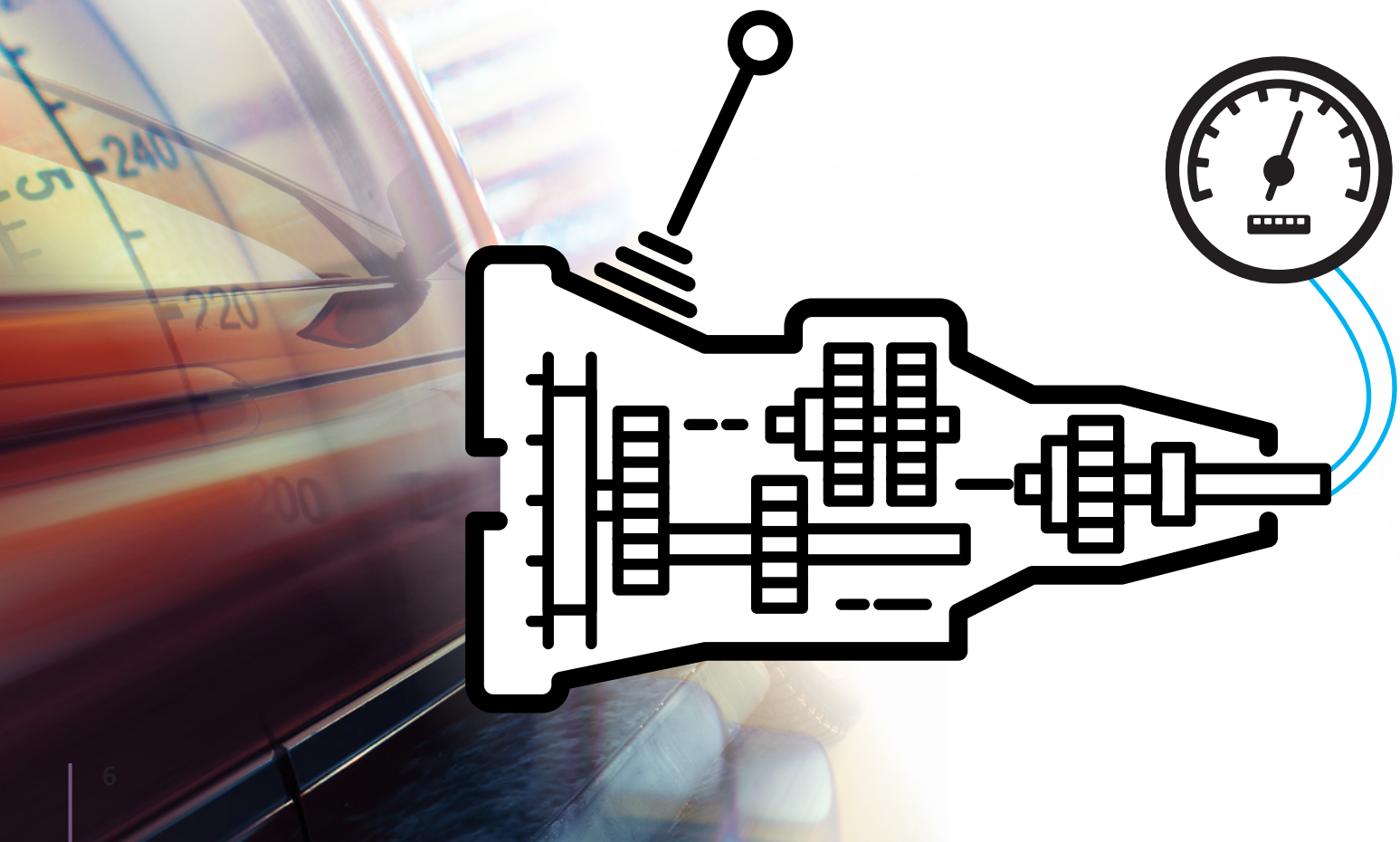
Zazwyczaj, dla wygody kierowcy, licznik kilometrów w samochodzie jest umieszczony obok prędkościomierza, innego mechanizmu, który określa prędkość samochodu.

Gdyby nasz licznik był częścią systemu licznika kilometrów, byłby to mechaniczny odometer.

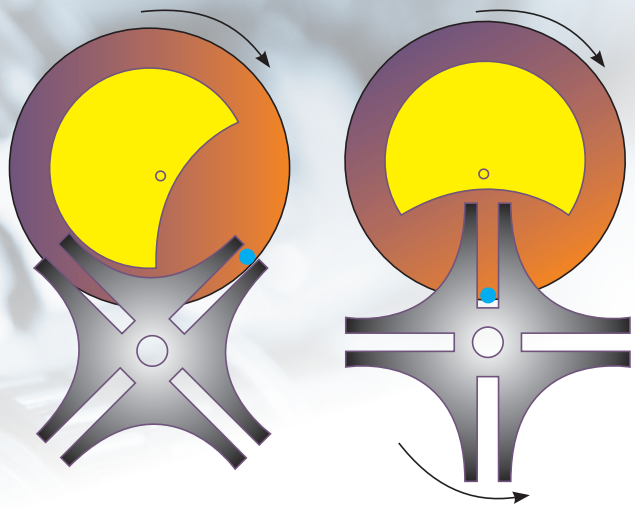
Przyjrzyjmy się bliżej temu, co dzieje się wewnątrz mechanicznego licznika, gdy czujnik zaczyna działać.

Przyjrzyjmy się bliżej mechanicznemu drogomierzowi samochodowemu.

Zasada jego pracy opiera się na liczeniu liczby obrotów koła, która pozostaje taka sama dla każdego kilometra, jaki robi samochód. Znając liczbę obrotów wykonanych podczas jazdy, łatwo jest obliczyć dystans, jaki pokonał pojazd.



Мальти́йский механи́зм — механизм прерывистого движения, преобразующий равномерное вращательное движение в прерывистое вращательное движение.



Odpalamy samochód i jedziemy. Jak już mówiliśmy, czujniki są najczęściej umieszczane w skrzyni biegów. Ale gdzie dokładnie? A dlaczego w skrzyni biegów, a nie w samym kole? Odpowiedź jest prosta. Wygoda. Poza tym, w skrzyni biegów jest miejsce, które może dać nam poczucie, jak szybko teraz jedziemy, czyli jak szybko obracają się koła.

Skrzynia biegów przekształca obroty z wału silnika i w zależności od wybranego biegu zmniejsza, zwiększa lub odwraca je (w przypadku biegu wstecznego). Te obroty możemy wykryć, jeśli podłączymy nasz czujnik do wału wyjściowego skrzyni biegów. Przecież to stamtąd obroty są przenoszone na koła. Obroty wału przenoszone są na mechanizm czujnika, który z kolei przenosi je na giętki przewód podłączony do licznika.

Wewnątrz licznika kabel przekazuje ruch obrotowy na wał wejściowy układu ślimak-przekładnia (nie będziemy tego jeszcze rozważać). Następnie koło zębate ostatniej przekładni ślimakowej aktywuje pierwszy cylinder wskaźnikowy (te same cylindry, które widzimy w samochodzie). Cylinder 1 zaczyna się obracać i odlicza pierwszą cyfrę przebiegu - setne części kilometra (co 10 metrów). Po policzeniu do 10 pozycji (tzn. przejechaliśmy 100 metrów) wytwarza jeden obrót cylindra 2, który oznacza dziesiąte części kilometra (co 100 metrów) i kontynuuje obrót dalej. Kiedy drugi walec osiągnie 10, wytwarza jeden obrót walca 3, oznaczający przejechane kilometry i tak dalej.

Więc jak, po osiągnięciu 10, cylinder obraca sąsiedni trybik i dalej obraca się dalej? Odpowiedź leży w **Mechanizmie Maltańskim.**

Zasada działania tego mechanizmu jest również zawarta w modelu «Skrzynia Biegów» serii STEM-lab. **Po złożeniu tego modelu, zrozumiesz jak działa ten prosty mechanizm.**

Zasada ta pozostała niezmienna od czasów starożytnego Rzymu, zastępując kamienie jedynie liczbami podanymi na przekładniach cylindrycznych z liczbą przejechanych kilometrów i metrów.

Mechaniczny licznik używa ślimakowych kół zębatych.

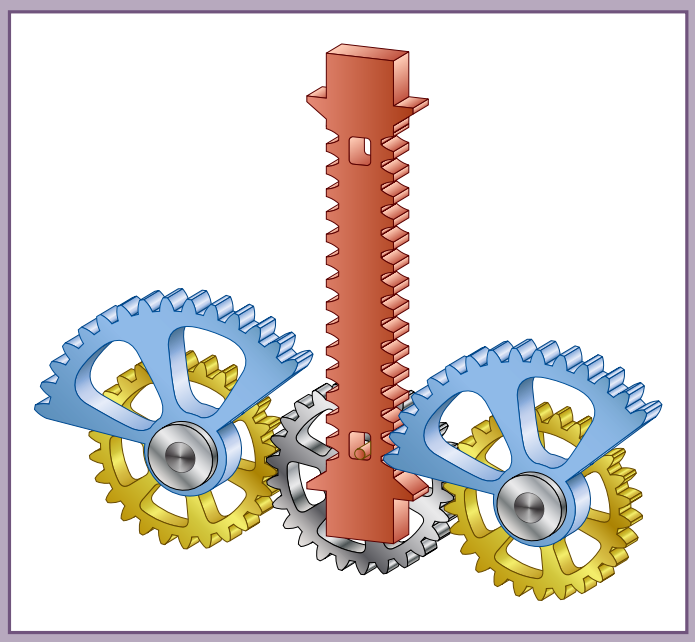
Przekładnia ślimakowa (przekładnia ślimakowa poprzeczna) jest rodzajem mechanicznego układu przekładni, w którym ślimakowe (śrubowe) oczka z przekładnią ślimakową (koło zębate).

Aby zapewnić precyzję wskazywania, kierowcy/użytkownicy kalibrują swoje drogomierze, na przykład przy zmianie średnicy koła itp.

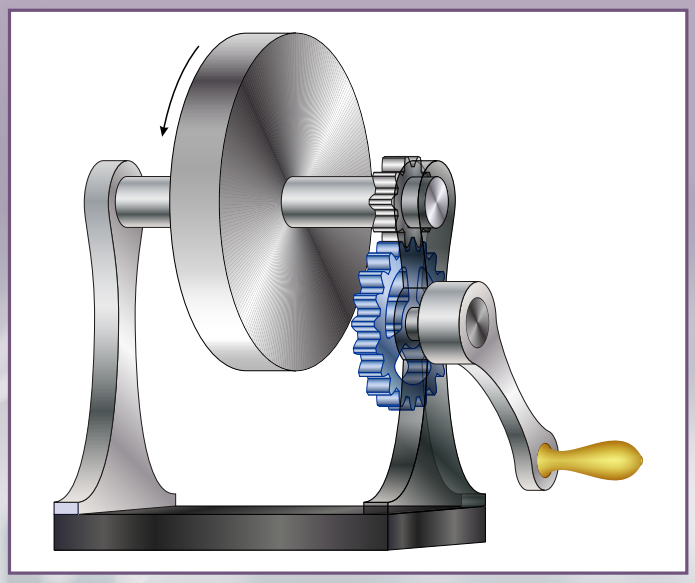
Teraz, kiedy już wiemy, czym jest licznik kilometrów, zbadajmy jego działanie w praktyce - używając naszej nowo złożonej układanki mechanicznej. Twój model jest połączeniem licznika i wskaźnika. A detektor to ten, który naciska przycisk kliknięcia lub przekręca uchwyt po prawej stronie modelu - Ty sam!

Model Licznik składa się z: trzech cylindrów o numerach od 0 do 9; uchwytu obrotowego do szybkiego przewijania wartości wskaźnika wykonującego ruch obrotowy; przycisku do rejestracji danych, który wykonuje ruch posuwisto-zwrotny; oraz klapy do kasowania.

Zasada działania licznika opiera się na mechanizmie maltańskim.



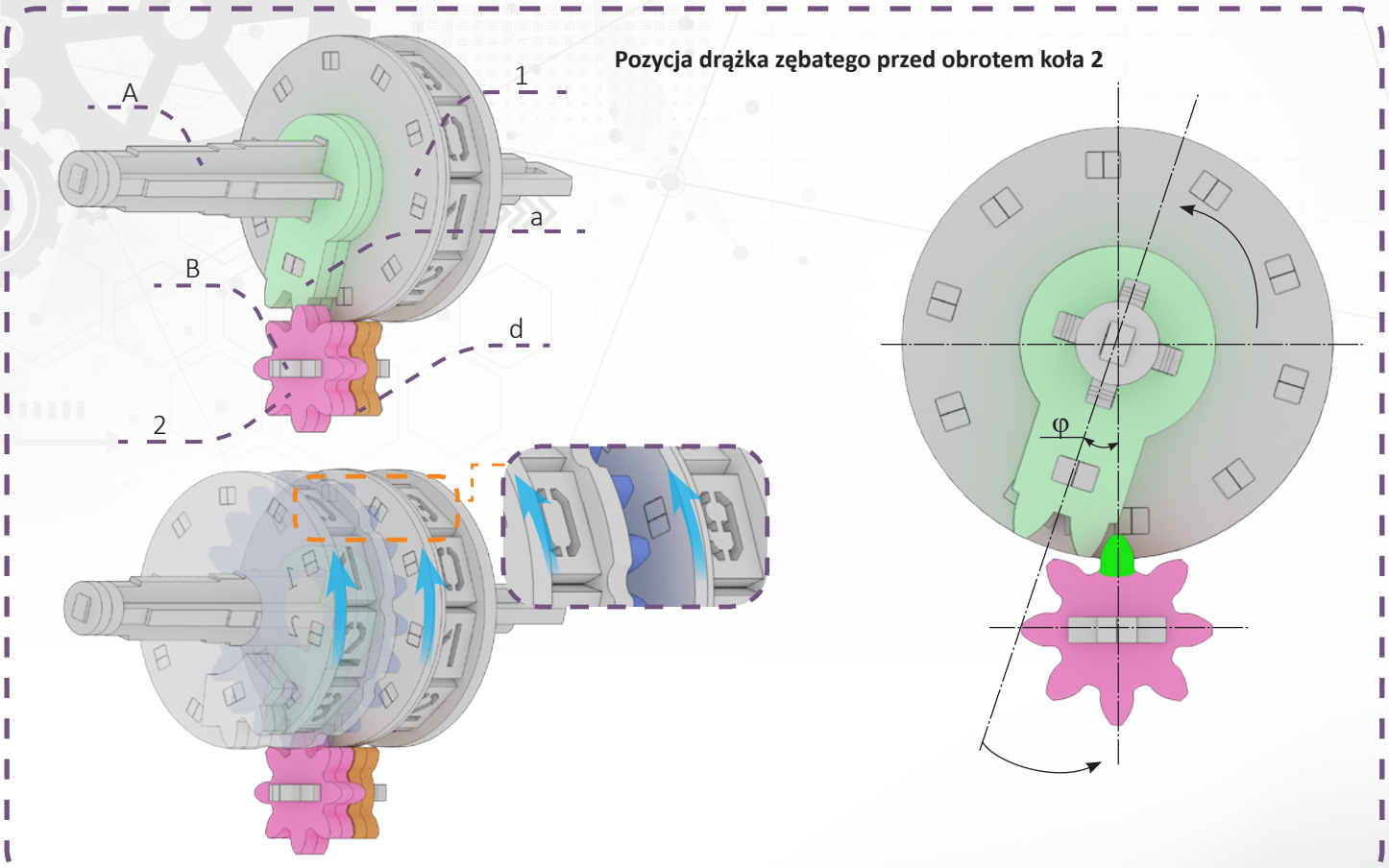
Ruch zwrotny to powtarzalny, liniowy ruch w górę i w dół lub w tył i w dół. Zasada ta ma zastosowanie do szerokiego zakresu mechanizmów, w tym do silników tłokowych.

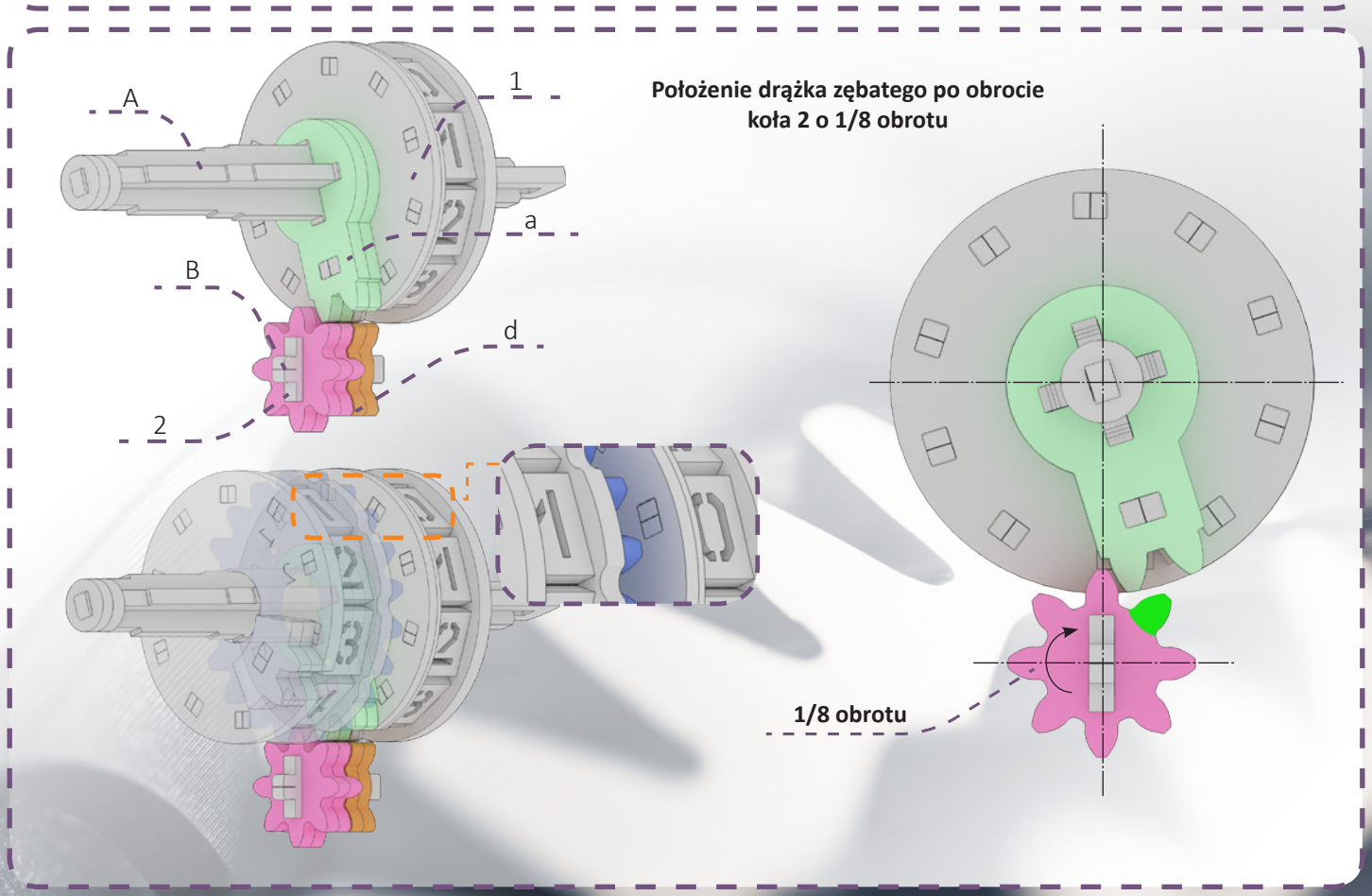


Ruch obrotowy jest rodzajem ruchu mechanicznego. Podczas obrotu punkt materiału (bardzo mały punkt na obracającym się obiekcie) opisuje okrąg.

Mechanizm maltański w liczniku:

Cylinder 1, obracający się wokół osi A, posiada drążek zębaty a, który co jakiś czas zazębia się z zębami d koła 2, obracającego się wokół osi B. Kiedy koło 1 jest obracane (rys. 2.1) o kąt ψ, koło 2 obraca się o 1/8 obrotu (rys. 2.2).





§4

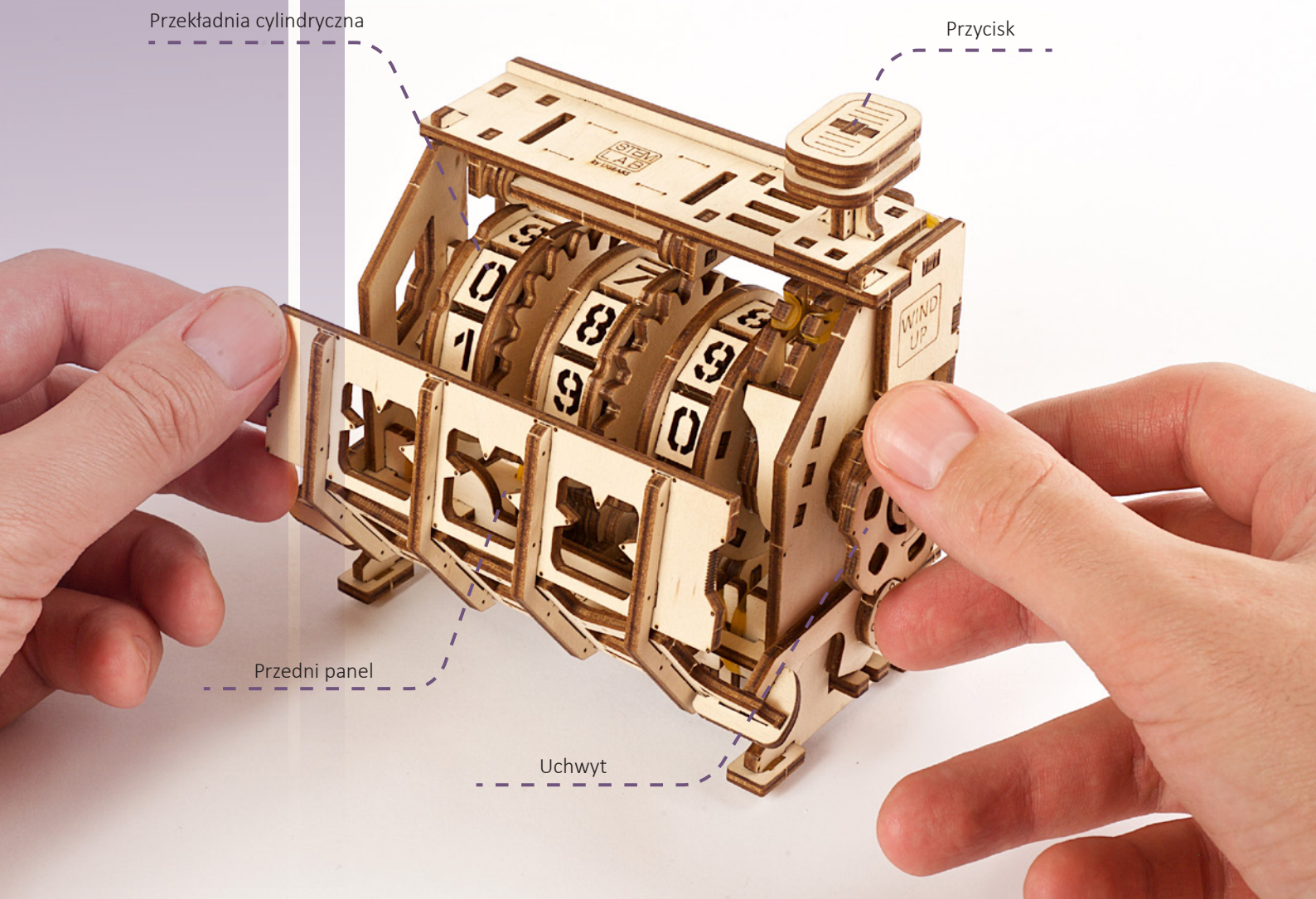
Plan techniczny i zasady działania

Jak to działa

Naciśnięcie przycisku powoduje przesunięcie licznika o jedno miejsce (jeżeli obrócimy uchwyt, po 1 pełnym obrocie, wartość pierwszego cylindra zmieni się o 10 cyfr, a drugiego o 1 cyfrę). Gdy licznik przekroczy 9, mechanizm maltański wyłapuje następny cylinder rejestru i dodaje go do licznika (mechanizm przełącza następny cylinder o jedno miejsce, gdy poprzedni jest w pełni obrócony), a wartość następnego rejestru zmienia się, i tak dalej, aż drugi cylinder wyświetli 10 cyfr. Następnie włącza się mechanizm maltański trzeciego cylindra. W sumie trzycyfrowy wyświetlacz licznika może rejestrować wartości od 1 do 999.

Koła zębate z zapadkami zabezpieczają mechanizm przed zliczaniem lub kasowaniem po zamknięciu pokrywy, co zapewnia prawidłowy przebieg liczenia.

Aby zresetować licznik ręcznie, należy otworzyć panel i obrócić cylindry w dół do zera.



§5 Zadania praktyczne

Do rozwiązania będziesz potrzebować:

Wzór 1. Wzór na obliczanie długości obwodu okręgu.

$$C = 2\pi R \text{ (m)}$$

Gdzie:
C – długość obwodu, metry (m);
R- promień okręgu, metry (m);
π - stała matematyczna wyrażająca stosunek obwodu okręgu do jego średnicy, π jest w przybliżeniu równa 3,14.

Wzór 2. Wzór na obliczenie długości danego interwału (l):

$$l = \frac{S}{N} \text{ (m)}$$

Gdzie:
S - całkowita długość przebytej trasy/odległość pokonana, metry (m);
N - liczba identycznych odstępów, sztuk (szt.)

Wzór 3. Wzór do obliczania średniej prędkości ruchu:

$$\upsilon = \frac{S}{t} \text{ (m/s)}$$

Gdzie:
S - długość ścieżki, którą przebyłeś/przejechałeś, metry (m);
t - czas spędzony na pokonaniu ścieżki, sekundy (s).

Wzór 4. Wzór na obliczenie długości trasy, którą przejechałeś/przejechałeś, w zależności od długości obwodu okręgu i liczby zakrętów.

$$S = C \cdot N \text{ (m)}$$

Gdzie:
C - długość obwodu okręgu (m - metry);
N - liczba pełnych obrotów po obwodzie (np. koła).

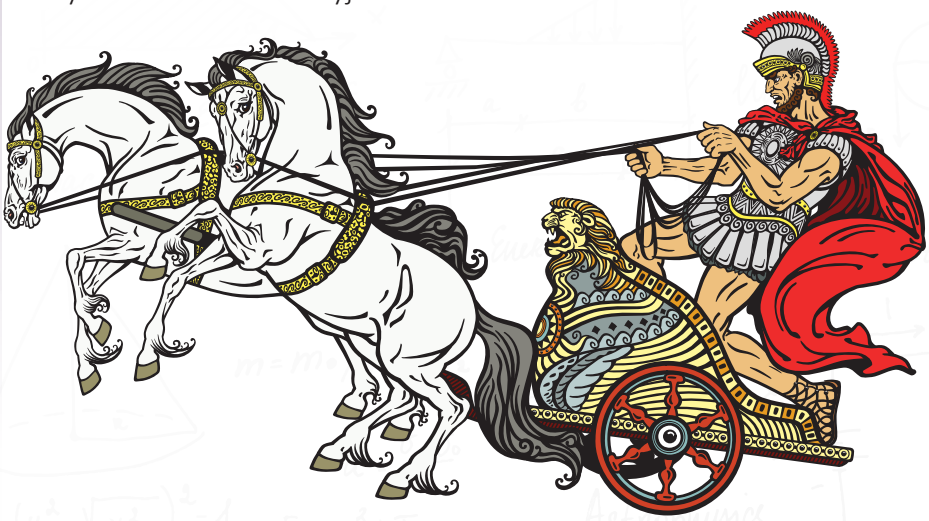
Zadanie 1. «Jedwabny Szlak»

Przyjmij, że karawana była w drodze przez 6 godzin. Koło wozu wykonywało 1800 pełnych obrotów na godzinę. Średnica koła wynosi 1,5 m.

Oblicz dzienną trasę przejazdu karawany poruszającej się po Jedwabnej Drodze za pomocą Wzoru 1 i Wzoru 4.

Zadanie 2. «Koloseum»

Rzymski legat wykonał 4 rundy wokół Koloseum w rydwanie żeby wygrać. Obwód Koloseum wynosi 500 passusów (Passus - to historyczna rzymska miara długości, tzw. podwójny stopień, dwa stopnie i jest w przybliżeniu równy 1,48 m). Średnica koła wynosi 1 m. Ile obrotów wykonało koło rzymskiego rydwanu podczas wyścigu w starożytnym Rzymie? Do obliczeń użyj wzorów 1 i 4.



***Zadanie 3.* "Długość twojego kroku"**

Oblicz średnią długość swojego kroku.

Przejdź 10-20 kroków (N) w pokoju. Użyj licznika, aby zarejestrować liczbę kroków. Użyj taśmy mierniczej do zmierzenia przebytej odległości - S == _____ metrów (do zapisania danych użyj jednostek Si). Użyj danych - liczby kroków i odległości - aby obliczyć średnią długość kroków za pomocą następującego wzoru 2. Aby uzyskać bardziej precyzyjny wynik, powtórz eksperyment kilka razy i znajdź średnią swoich wyników.

***Zadanie 4.* "Średnia prędkość twojego ruchu"**

Znalezienie średniej prędkości ruchu za pomocą wzoru 2. Wybierz trasę, na przykład z domu do parku.

Za pomocą Licznika zarejestruj liczbę kroków, które musisz wykonać, aby pokonać wybraną trasę. Wpisz tę liczbę jako N = _____. Zanotuj czas trwania spaceru. Zmierz czas - t - za pomocą stopera, w sekundach. t = _____. Użyj wyników uzyskanych w pierwszym ćwiczeniu dla średniej długości kroku oraz liczby kroków, które zarejestrowałeś, aby obliczyć długość trasy, korzystając z wzoru 2. I wreszcie znajdź swoją średnią prędkość, korzystając z wzoru 3.

Ćwiczenie 1

Policzmy liczbę przejeżdżających samochodów. Aby upewnić się, że nie stracisz liczby np. przejeżdżających niebieskich samochodów, użyj licznika. W ciągu 10 minut, policzmy liczbę przejeżdżających niebieskich samochodów. W ciągu 10 minut zaznacz liczbę i zresetuj licznik. Przez następne 10 minut licz białe samochody. Która liczba jest większa - samochody niebieskie czy białe?

Ćwiczenie 2

Wariant 1. Policz, ile kroków jest między domem a stadionem/sklepem/szkołą i z powrotem. Użyj licznika, aby zarejestrować liczbę kroków w podróży w jedną stronę. Zaznacz tę liczbę i zresetuj licznik po dotarciu do celu. Teraz powtórz swoje działania w ramach podróży w obie strony. Porównaj numery. Czy są one takie same?

Wariant 2. Wybierz inną trasę powrotną i porównaj liczbę kroków obu podróży. Czy są one takie same czy jedna droga jest krótsza/dłuższa od drugiej?

FORMATIVE HANDS-ON TASKS :

1. Urządzenie przeznaczonego do mierzenia odległości to...

☐ a) prędkościomierz
☐ b) tachometr
☐ c) odometer

2. Uważa się, że Archimedes zwiększył moc i dokładność katapulty, a także był wynalazcą...

☐ a) śmigła
☐ b) samolotu
☐ c) odometru

3. Czy to prawda, że oryginalnym licznikiem przebiegu było pudełko z kamieniami, które co milę upuszczało kamień przez otwór w biegu?

☐ a) nie
☐ b) nie jest to potwierdzony fakt
☐ c) tak

4. Ile cylindrów posiada model Licznik?

☐ a) 5
☐ b) 7
☐ c) 3

5. Jakie są typy odometrów?

☐ a) mechaniczne
☐ b) cyffrowe
☐ c) z napędem na wszystkie koła

6. Który element zapobiega odliczaniu, gdy panel licznika kilometrów jest zamknięty?

☐ a) zębatka
☐ b) wał
☐ c) mechanizm zapadkowy

7. Od czego zależy średnia prędkość osoby?

☐ a) odległość
☐ b) siła
☐ c) długość kroku

8. W jednolitym ruchu, długość kroku...

☐ a) wzrasta
☐ b) zmniejsza się
☐ c) pozostaje taka sama

Gratulacje! Udało Ci się!

Dziękujemy za udział w tej przygodzie, mamy nadzieję, że dobrze się bawiliście i nauczyliście się tego i owego!