

نسبت دنده چگونه کار می کند؟

شما می توانید دنده ها را تقریباً در هر چیزی که از اجزای چرخنده تشکیل شده، ببینید. موتور اتومبیل ها و سیستم های انتقال نیرو از تعداد زیادی دنده تشکیل شده اند. اگر یک دستگاه VCR را باز کرده و داخل آن را نگاه کنید، تعداد زیادی دنده در آن خواهید دید. ساعت های کوکی، جیبی و پاندولی هر کدام شامل تعداد زیادی دنده هستند، به ویژه اگر دارای زنگ یا ناقوس هم باشند. شما احتمالاً یک کنتور برق در کنار خانه ی خود دارید، که اگر محفظه ی شفاف و شیشه مانند داشته باشد می توانید تعداد ۱۰ یا ۱۵ دنده را داخل آن مشاهده کنید. دنده ها هر جا که اثری از ماشین ها و موتور ها که حرکت دورانی تولید می کنند، باشد حضور دارند.

در این مقاله درباره ی نسبت دنده ها و نحوه ی کار و توالی دنده ها مطالبی را خواهید آموخت، در نتیجه به خوبی درک خواهید کرد که چرخ دنده های گوناگون چگونه کار می کنند.

به کار گیری چرخ دنده ها

چرخ دنده ها عموماً برای یکی از چهار دلیل زیر استفاده می شوند:

۱. برای تغییر جهت دوران
۲. برای زیاد یا کم کردن سرعت دوران
۳. برای انتقال حرکت دورانی به محوری دیگر
۵. برای حفظ هم زمانی دوران دو محور

چرخیدن دنده ها را در خلاف جهت همدیگر می بینید، و اینکه چرخ دنده ی کوچک تر با سرعت دو برابر چرخ دنده ی بزرگ تر می چرخد، و بعلاوه محور دوران چرخ دنده ی کوچک تر، در سمت راست محور دوران چرخ دنده ی بزرگ تر قرار دارد.

دلیل این امر که سرعت یک چرخ دنده دو برابر چرخ دنده ی دیگر است، در نسبت بین دنده هاست-نسبت دنده ها. قطر چرخ دنده ی سمت راست دو برابر قطر چرخ-دنده ی سمت چپ است. بنابراین نسبت دنده ها ۱:۲ است (بخوانید "دو به یک"). هر بار که چرخ دنده ی بزرگ تر یک دور می زند، چرخ دنده ی کوچک تر دو دور می زند. اگر هر دو چرخ دنده قطر یکسانی داشتند، دوران آنها با سرعت برابر اما در جهت مخالف صورت می گرفت.

درک مفهوم نسبت دنده

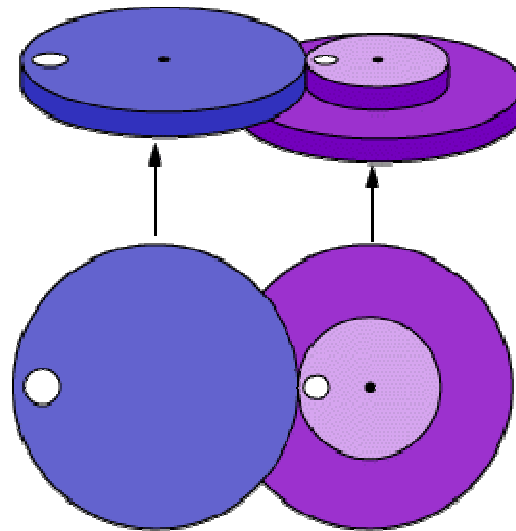
درک مفهوم نسبت دنده آسان است، اگر شما مفهوم محیط یک دایره را درک کنید. به خاطر داشته باشید که محیط یک دایره برابر است با حاصل ضرب قطر دایره در عدد پی (عدد پی برابر است با $3.14159\dots$). بنابراین اگر یک دایره یا یک چرخ دنده با قطر ۱ اینچ داشته باشید، محیط دایره برابر با 3.14159 اینچ خواهد بود.

بیشتر چرخ دنده هایی که در زندگی روزمره می بینید، دنده دارند. این دندانه ها سه مزیت دارند:

- آنها از سُر خوردن دنده ها روی هم دیگر جلوگیری می کنند. بنابراین محورهایی که با چرخ دنده ها با هم ارتباط دارند، همواره دقیقاً با هم همزمان و هماهنگ خواهند بود.
- آنها برقراری نسبت های واقعی دنده ها را ممکن می سازند. کفایت تعداد دندانه های دو چرخ دنده را شمرده و بر هم تقسیم کنید. در نتیجه، به عنوان مثال اگر یک چرخ دنده ۶۰ دندانه و دیگری ۲۰ دندانه داشته باشد، نسبت دنده، زمانی که این دو چرخ دنده به هم متصل باشند، ۳:۱ خواهد بود.
- آنها باعث می شوند که خطاهای جزئی در اندازه ی واقعی قطر و محیط دو چرخ دنده، چندان مهم جلوه نکنند. نسبت دنده به وسیله ی تعداد دندانه ها تعیین می شود، حتی اگر اندازه-ی قطرها ناجور باشند.

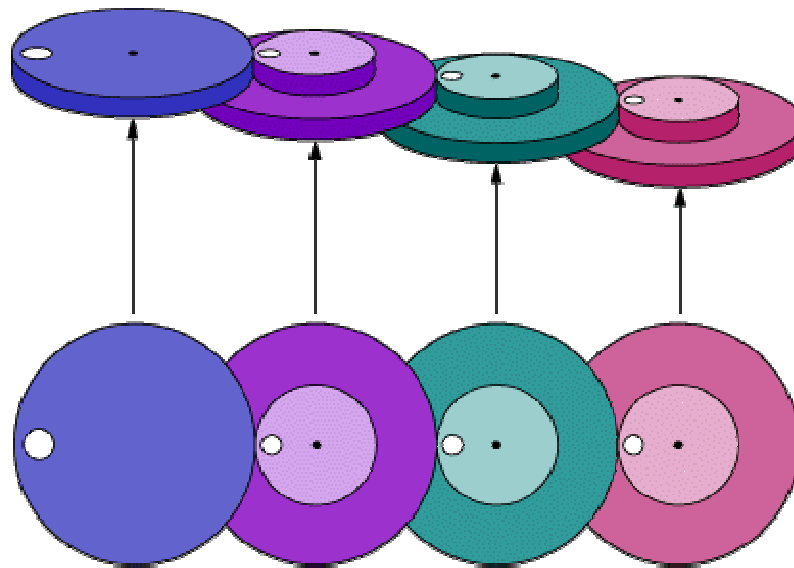
دنده های متوالی

برای به دست آوردن نسبت های بزرگ بین دنده ها، گاهی چرخ دنده ها به صورت متوالی و متصل به کار برده می شوند، مانند شکل زیر:



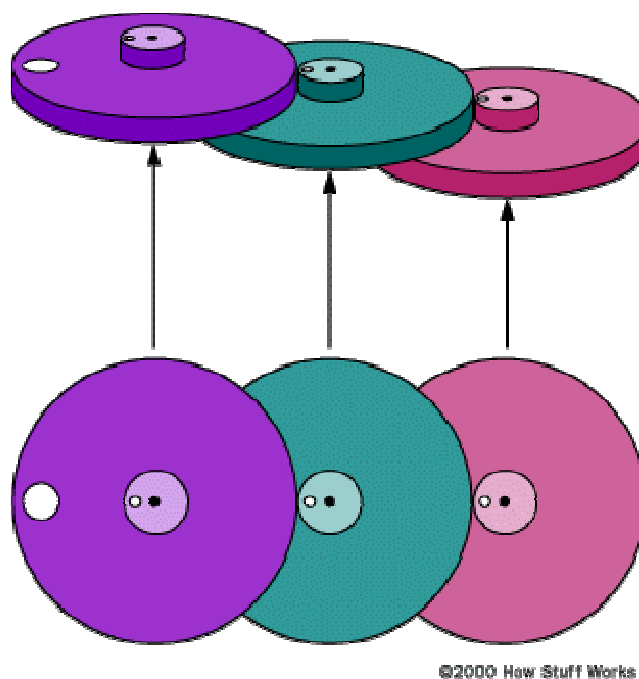
©2000 How Stuff Works

دنده ی سمت راست (بنفش) در این سری، همان طور که در شکل نشان داده شده، در واقع از دو قسمت تشکیل شده است. یک چرخ دنده ی کوچک و یک چرخ دنده ی بزرگ بر روی هم سوار شده و به هم متصل اند. همان طور که در دو شکل زیر نشان داده شده، دنده های متوالی اغلب به صورت زنجیروار و از چرخ دنده های متعدد و گوناگون، تشکیل شده اند.



©2000 How Stuff Works

در حالت بالا، چرخ دنده ی بنفش با سرعت دو برابر چرخ دنده ی آبی می چرخد. چرخ دنده ی سبز با سرعت دو برابر چرخ دنده ی بنفش دوران می کند. چرخ دنده ی قرمز با سرعت دو برابر چرخ دنده ی سبز چرخش می کند. توالی دنده هایی که در شکل زیر نشان داده شده، نسبت دنده ی بالاتری را ایجاد کرده است.



در این زنجیره، اندازه ی چرخ دنده های کوچک تر یک پنجم چرخ دنده های بزرگ تر است. این بدان معنیست که اگر چرخ دنده ی بنفش را به یک موتور با چرخش ۱۰۰ دور در دقیقه وصل کنید، چرخ دنده ی سبز با سرعت ۵۰۰ دور در دقیقه و چرخ دنده ی قرمز با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه خواهند چرخید. به همان طریق می توانید یک موتور با چرخش ۲۵۰۰ دور در دقیقه را به چرخ دنده ی قرمز وصل کرده و سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه را در چرخ دنده ی بنفش ایجاد کنید. اگر داخل کنترلر برق منزلتان را می توانید ببینید و کنترلر شما از نوع قدیمی با پنج صفحه ی مکانیکی است، پنج قرص را که بدین شکل به صورت متوالی، و با نسبت دنده ی ۱:۱۰ به یکدیگر متصل اند، خواهید دید. به دلیل اینکه قرص ها به طور مستقیم به هم وصلند، در جهت های مخالف هم می چرخند (خواهید دید که تعداد دورها در چرخ دنده های مجاور معکوس همدیگر است).

موارد استفاده ی دیگر چرخ دنده ها

برای ایجاد نسبت دنده ی بالا، هیچ چیز نمی تواند با دنده ی حلزونی رقابت کند. در یک دنده ی حلزونی، یک محور رزوه داده شده با دندانه های یک چرخ دنده درگیر می شود. هر بار که محور یک دور بزند، چرخ دنده به اندازه ی یک دندانه پیش می رود. اگر چرخ دنده ۴۰ دندانه داشته باشد، در یک فضای بسیار کوچک نسبت دنده ای برابر با ۱:۴۰ خواهید داشت.

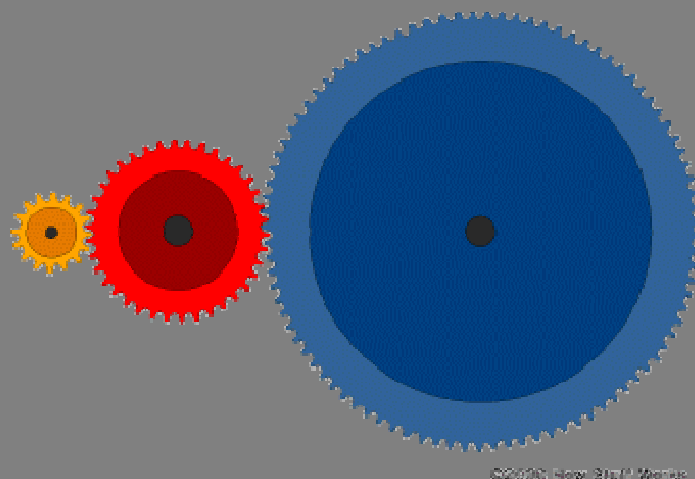
کیلومترشمار مکانیکی، مورد دیگری است که از تعداد زیادی دنده حلزونی استفاده می کند.



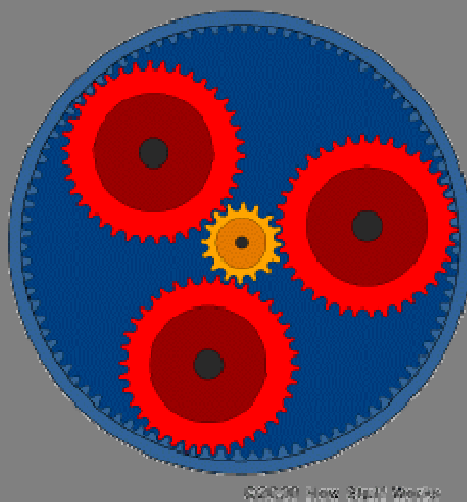
در این کیلومترشمار سه دنده ی حلزونی قابل رؤیت وجود دارد.

دنده های ستاره ای

راه های بسیار زیاد دیگری برای استفاده از چرخ دنده ها وجود دارد. یک توالی ویژه ی دنده ها به توالی ستاره ای دنده ها نامیده شده است. دنده های ستاره ای، مشکل زیر را حل کرده اند. فرض کنید، می خواهید نسبت دنده ی ۱:۶ را با جهت های ورودی و خروجی یکسان داشته باشید. یک روش برای به وجود آوردن این نسبت به کار بردن توالی سه چرخ دنده ای زیر است:



در این زنجیره، قطر چرخ دنده ی آبی شش برابر قطر چرخ دنده ی زرد است (که نسبت دنده ای ۱:۶ را به دست می دهد). اندازه ی چرخ دنده ی قرمز اهمیتی ندارد، چرا که وجود آن تنها به خاطر تغییر جهت دوران است تا چرخ دنده های زرد و آبی در یک جهت بچرخند. به هر حال، تصور کنید که می خواهید محور چرخ دنده ی خروجی، همان محور چرخ دنده ی ورودی باشد. یکی از موارد معروفی که در آن، این قابلیت هم محوری نیاز است، آچار پیچ گوشتی الکتریکی می باشد. در این حالت، همان طور که نشان داده شده می توانید از یک سیستم دنده ی سیاره ای استفاده کنید:



در این سیستم دنده ای، چرخ دنده ی زرد (خورشید) به طور همزمان، با هر سه چرخ دنده-ی قرمز (سیاره ها) درگیر است. هر سه آنها به یک صفحه (حامل سیاره) متصل اند، و از داخل با چرخ دنده ی آبی (حلقه) درگیرند، نه از خارج. به دلیل وجود سه چرخ دنده ی قرمز به جای یکی، این توالی دنده ثابت زیادی دارد. محور خروجی به چرخ دنده ی حلقه ای آبی متصل است، و حامل سیاره ثابت نگه داشته شده است؛ این سیستم همان نسبت دنده ی ۱:۶ را به دست می دهد. شما می توانید تصویری از یک سیستم دنده ی سیاره ای دو مرحله ای را در [screwdriver page,electric](#) ، و یک سیستم دنده های سیاره ای سه مرحله ای را در [sprinkler page](#) مشاهده کنید. همچنین می توانید سیستم های دنده های سیاره ای را در [automatic](#)

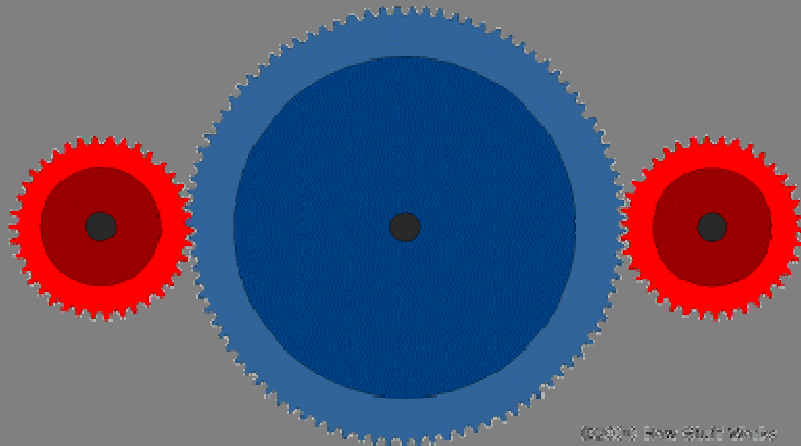
[transmissions](#). بیابید.

مسئله ی جالب دیگر در مورد سیستم های دنده های سیاره ای این است که آنها می توانند نسبت دنده های مختلفی را بسته به این که کدام چرخ دنده به عنوان ورودی، کدام یک به عنوان خروجی و کدام یک به عنوان چرخ دنده ی ثابت استفاده شود، ایجاد نمایند. به طور مثال، اگر چرخ دنده ی خورشید به عنوان ورودی انتخاب شود، و چرخ دنده ی حلقه را ثابت نگه داریم و محور خروجی را به صفحه ی حامل سیاره متصل کنیم، نسبت دنده ی متفاوتی را به دست خواهیم آورد. در این حالت، حامل سیاره و سیاره ها حول چرخ دنده ی خورشید می چرخند، بنا بر این به جای این که چرخ دنده ی خورشید شش دور بزند تا حامل سیاره را یک دور بچرخاند، باید هفت دور را طی کند. دلیل این مطلب این است که حامل سیاره در همان جهت چرخش چرخ دنده ی خورشید، دور آن می گردد و باعث می شود که چرخ دنده ی خورشید یک دور عقب بیفتد. بنابراین در این حالت، تبدیل نسبت دنده را به ۱:۷ خواهیم داشت.

شما می توانید همه چیز را از نو بازآرایی کنید، و این بار چرخ دنده ی خورشید را ثابت نگه داشته، خروجی را به حامل سیاره و ورودی را با یک گیره به چرخ دنده ی حلقه ای وصل کنید. این سیستم به شما نسبت دنده ی ۱:۱۷ را خواهد داد. یک گیربکس اتوماتیک علاوه بر کلاچ ها و ترمزهای نواری برای ثابت نگه داشتن قسمت های مختلف سیستم دنده و تعویض ورودی و خروجی ها، از سیستم های دنده های سیاره ای برای به وجود آوردن نسبت های مختلف دنده استفاده می کند.

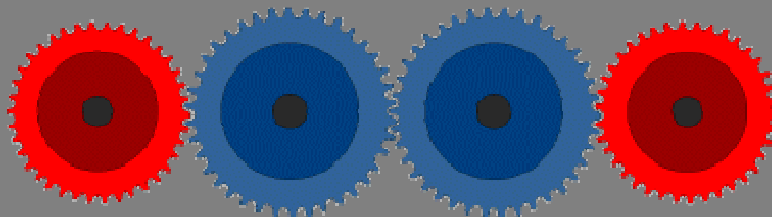
یک مثال

موقعیت زیر را مجسم کنید: شما دو چرخ دنده ی قرمز در اختیار دارید که می خواهید هم-زمان و هماهنگ با یکدیگر، بمانند، اما مشکل اینجاست که آنها از هم فاصله دارند. شما می-توانید بین آن دو یک چرخ دنده ی بزرگ قرار دهید، در صورتی که می خواهید آن دو جهت دورانی یکسانی داشته باشند:



یا اگر می خواهید که چرخ دنده های شما در خلاف جهت هم حرکت کنند، از دو چرخ-دنده ی هم اندازه استفاده

کنید:



©2009 How Stuff Works

به هر شکل، در هر دو حالت احتمالاً چرخ دنده های اضافی سنگین هستند و شما مجبورید محورهایی را برای آنها به کار ببرید. در این گونه موارد، راه حل معمول، همان طور که در شکل زیر آمده، استفاده از زنجیر یا تسمه ی دندانه دار است:



©2009 How Stuff Works

امتیاز زنجیرها و تسمه ها در وزن سبک، قابلیت جدا کردن دو چرخ دنده با یک فاصله ی معین، و توانایی ارتباط دادن چندین چرخ دنده به هم با یک زنجیر یا تسمه می باشد. به طور مثال، در موتور یک اتومبیل، میل لنگ، دو میل بادامک و دینام هر سه با یک تسمه ی دندانه دار به هم مرتبط اند. اگر مجبور بودید به جای تسمه از چرخ دنده استفاده کنید، این عمل بسیار مشکل می شد.

منبع: <http://www.ssmar>