Electromagnétisme

Electromagnetism

Réf :
292 077

Maquette alternateur de démonstration
Alternator demonstration

scale model

Français – p 1

English – p 10

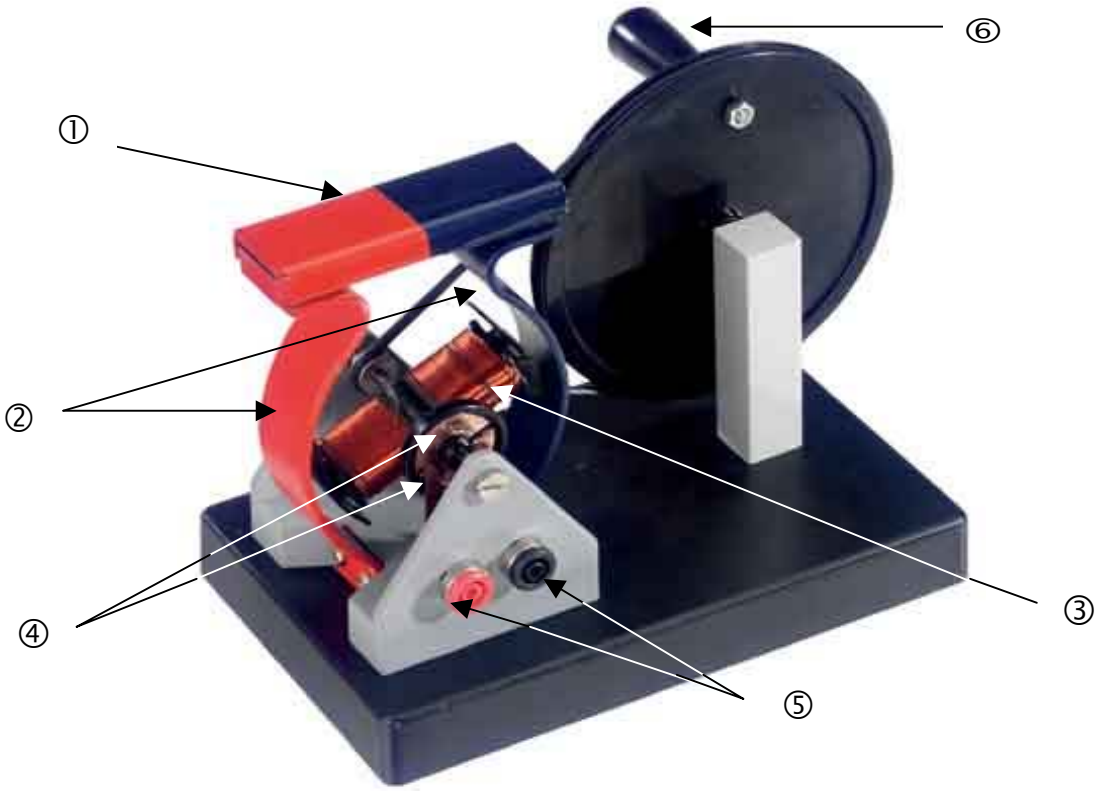
Version : 8006

1 Généralités

1.1 But de l'appareil

La maquette alternateur de démonstration est conçue pour illustrer expérimentalement la production d'énergie électrique par transformation de l'énergie mécanique. Elle permet aussi d'étudier l'influence de la polarité d'un aimant sur le sens du courant induit de façon qualitative en commutant une DEL.

1.2 Description



①	Aimant droit réversible
②	Armatures en fer doux
③	Bobine
④	Collecteur formé de deux demi couronnes en cuivre, solidaire de la bobine, reliées chacune à une extrémité du fil qui constitue la bobine
⑤	Douilles de sécurité reliées à 2 lames de cuivre qui frottent sur le collecteur
⑥	Manivelle reliée à une poulie qui permet de mettre la bobine en rotation

1.2.1 Principe

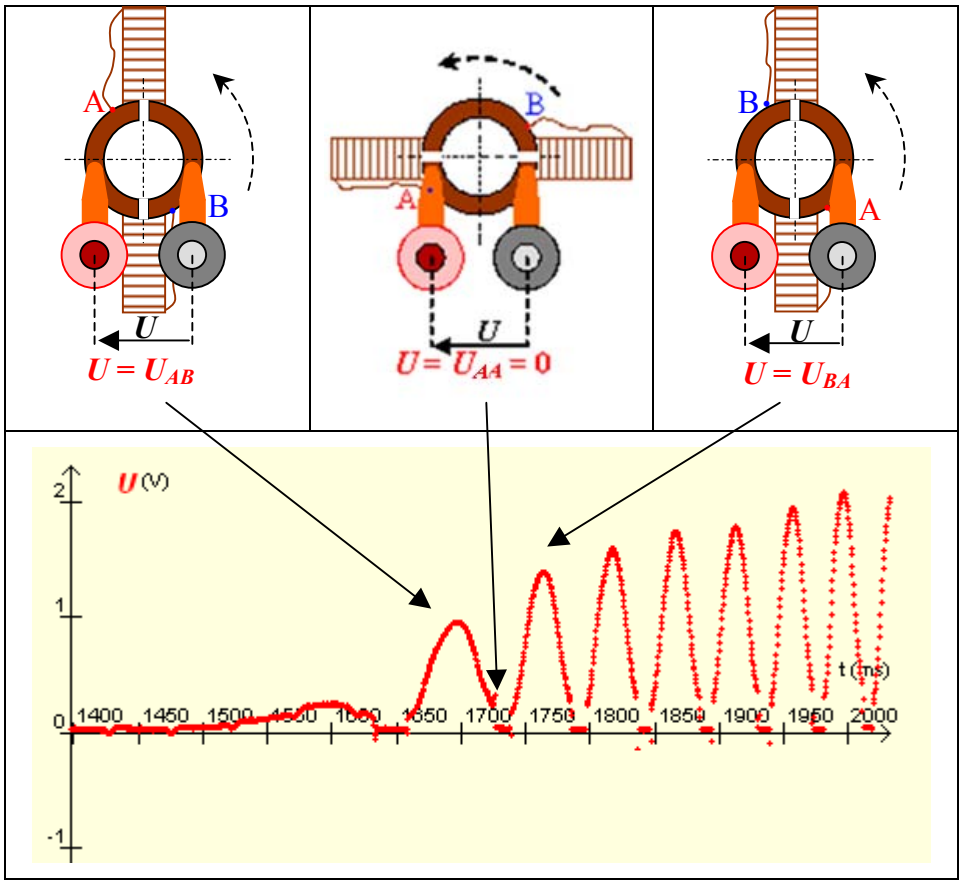
Dans l'alternateur de démonstration, la bobine est mise en rotation par l'action d'une manivelle. La transmission se fait par une courroie. Un aimant droit est placé sur deux armatures en fer doux pour créer un champ magnétique pratiquement uniforme dans lequel peut tourner la bobine. L'aimant est mobile ce qui permet de montrer l'influence de la polarité sur le sens du courant.

Les extrémités du fil qui constitue la bobine sont reliées à un collecteur formé par 2 demi couronnes en cuivre solidaires de cette bobine. Deux lames de cuivre, reliées à deux douilles de sécurité, frottent sur le collecteur.

Il est possible de connecter à cet alternateur, l'indicateur de niveau de puissance (référence 282 009), un dipôle (par exemple une DEL), un oscilloscope ou encore une interface (Visio, primo ou VTT munie d'un adaptateur voltmètre) reliée à l'ordinateur.

1.2.2 Tension aux bornes des douilles de sécurité

Si la tension produite aux bornes de la bobine lors de sa rotation dans le champ magnétique est alternative, la tension obtenue aux bornes des douilles de sécurité est redressée «double alternance».



1.3 Caractéristiques techniques

La bobine, munie d'un noyau en fer doux, est mobile autour d'un axe solidaire d'un côté d'une poulie, et de l'autre d'un collecteur formé de deux demi couronnes en cuivre.

L'axe est fixé à un support en plastique vissé à un socle également en plastique.

Deux armatures en fer doux de forme semi circulaire sont vissées au support. Leur forme supérieure permet de recevoir un aimant droit constitué de deux ferrites dont les polarités sont repérées par un code couleur.

Une manivelle assure la rotation de la bobine par l'intermédiaire d'une courroie. La démultiplication est 10.

2 Mise en œuvre

2.1 Production d'énergie électrique par transformation de l'énergie mécanique

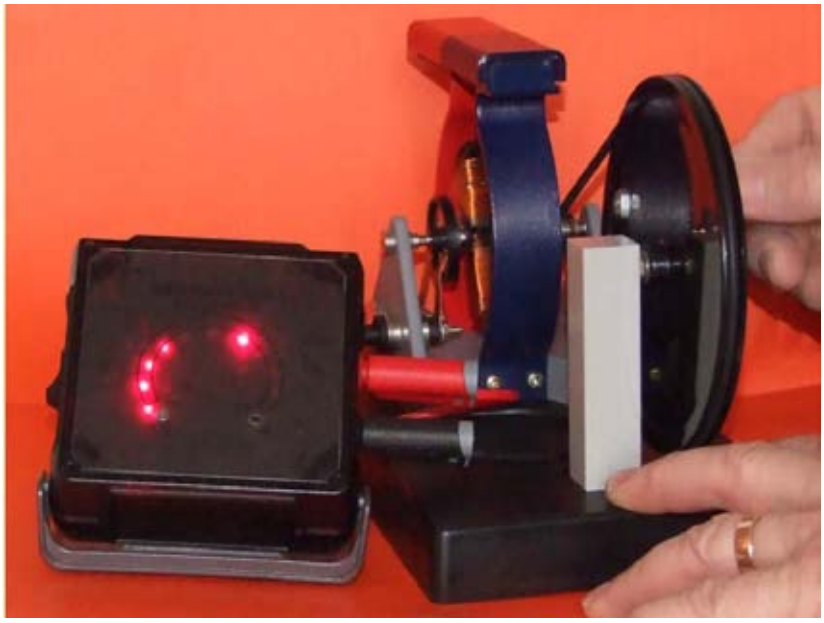
On branche une lampe à incandescence (3,5 V ; 0,2 A par exemple) aux bornes de l'alternateur. Dès que l'on met en rotation la bobine (on fournit alors de l'énergie mécanique à l'alternateur). On observe que la lampe s'allume (quel que soit le sens de rotation de la bobine) ce qui signifie qu'elle reçoit de l'énergie électrique.

On peut alors conclure que l'énergie mécanique reçue par l'alternateur est convertie en énergie électrique.

2.2 Etude de la puissance électrique

On branche l'indicateur de niveau de puissance (référence 282 009) aux bornes de l'alternateur.

On observe que la puissance croît quand la vitesse de rotation augmente.



La puissance électrique disponible est fonction croissante de la tension générée aux bornes de l'alternateur. En augmentant la vitesse de rotation on

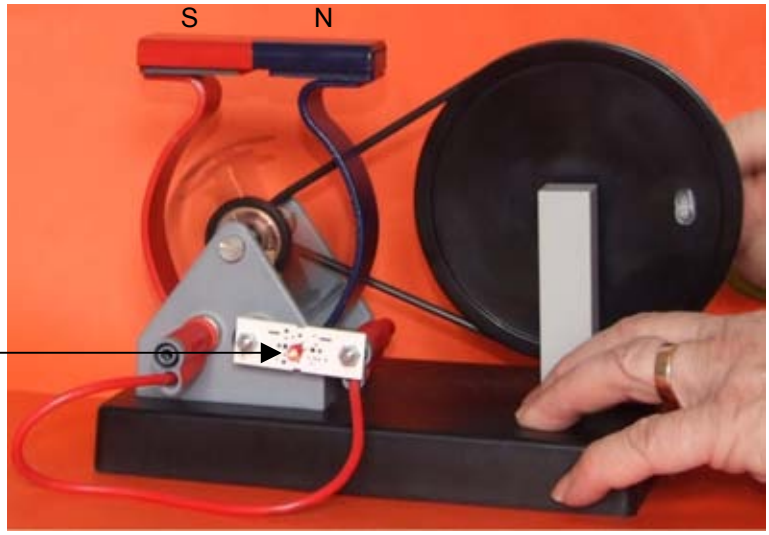
augmente la tension (voir paragraphe 2.4) et par la suite la puissance électrique disponible.

Remarque : Les DEL de l'indicateur de niveau de puissance ne peuvent éclairer qu'en sens passant, c'est-à-dire, seulement si le courant qui les traverse circule dans le «bon sens». C'est la raison pour laquelle l'indicateur de niveau de puissance n'est utilisable que pour un sens de rotation de la bobine qui dépend de la polarité de l'aimant et du sens de branchement de l'indicateur de niveau de puissance

2.3 Mise en évidence de l'incidence du sens de rotation et de la polarité de l'aimant

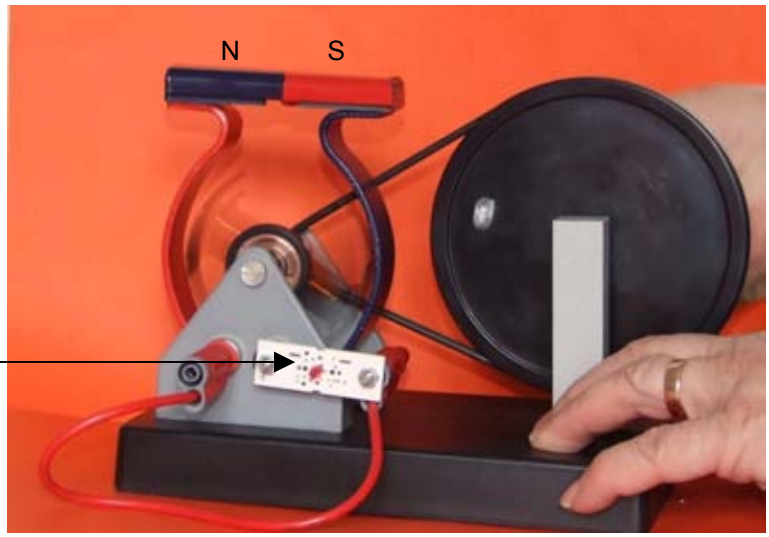
2.3.1 Incidence du sens de rotation

On met en rotation l'alternateur branché à une DEL d'abord dans un sens puis dans l'autre. On constate que seul un sens de rotation permet à la DEL d'éclairer.



2.3.2 Incidence de la polarité de l'aimant

La DEL éclaire, quand le sens de rotation de la bobine est contraire au précédent.

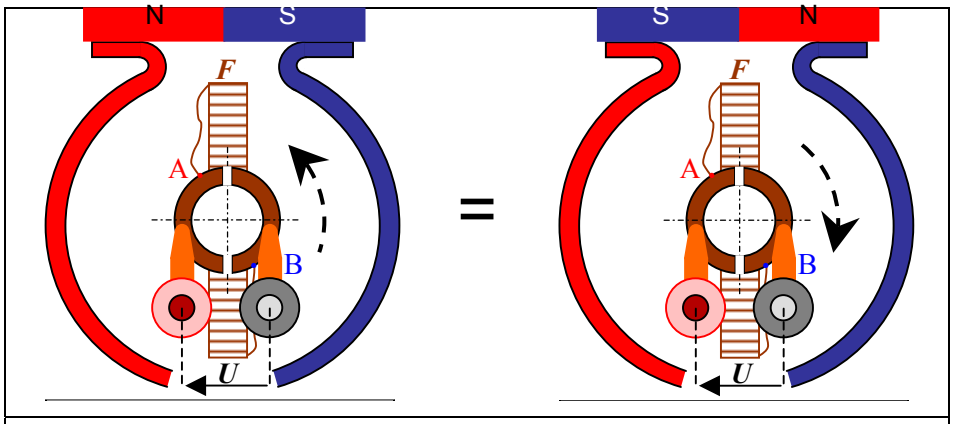


2.3.3 Eléments d'explication

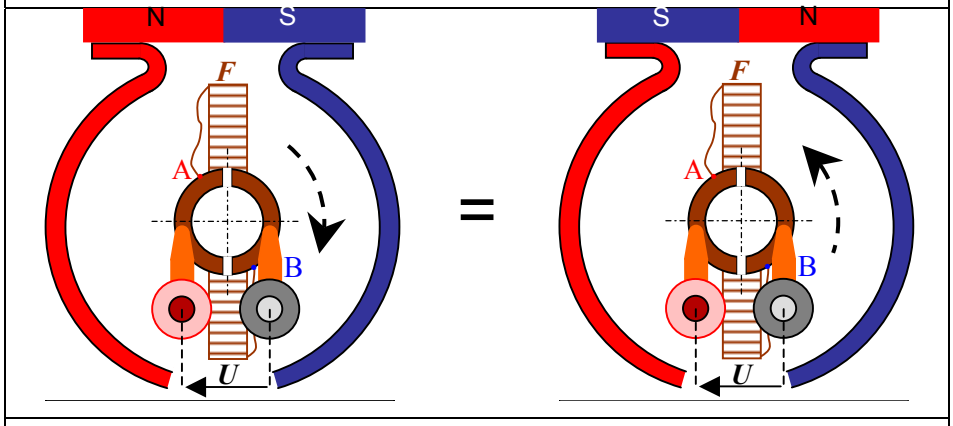
On repère une des faces de la bobine (notée F sur les schémas). L'aimant étant placé dans une certaine position, on fait tourner la bobine dans un sens puis dans l'autre.

On inverse la polarité de l'aimant et on refait tourner la bobine dans un sens puis dans l'autre

On regroupe les situations dans lesquelles les DEL éclairent et celles qui ne permettent pas leur éclairage.



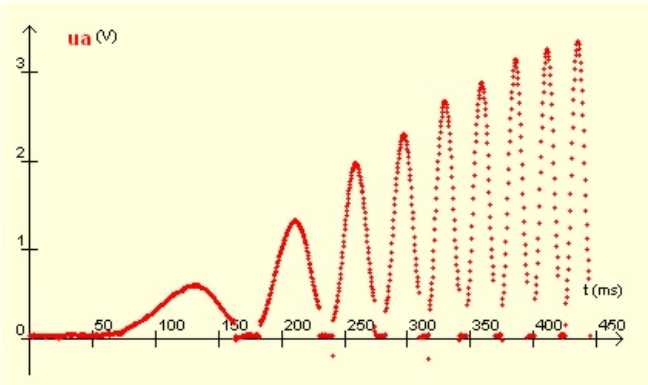
Dans les 2 cas la face F de la bobine tourne vers le pôle nord de l'aimant



Dans les 2 cas la face F de la bobine tourne vers le pôle sud de l'aimant

2.4 Tension aux bornes de l'alternateur en fonction de la rotation

On met en rotation l'alternateur à vide branché à une interface reliée à l'ordinateur. La vitesse de rotation croît et l'acquisition de la tension donne :



L'observation de la tension variable dans le temps permet de mettre en évidence deux phénomènes importants :

Quand la vitesse de rotation augmente :

1. La valeur maximale de la tension croît
2. La période (ou pseudo période) diminue

3 Etude théorique de l'alternateur

3.1 Flux magnétique

Soit S_T, somme des aires des spires qui forment la bobine,

L'expression du flux est : $\boxed{\Phi = S_T\ \vec{B}\,.\,\vec{n}}$.

3.2 Choix arbitraire de la normale à la bobine

On choisit comme sens positif le sens d'enroulement des spires. La règle de la main droite donne le sens de la normale. (voir schémas)

3.3 Force électromotrice d'induction (f.é.m.) : *e*

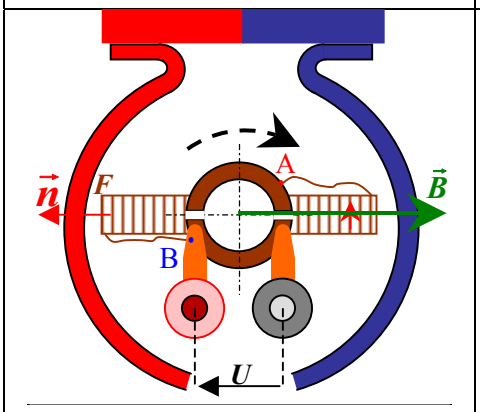
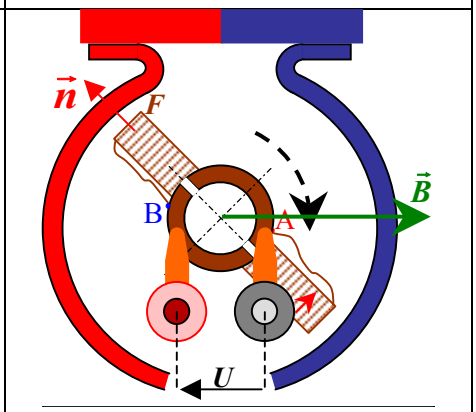
Toute variation de flux produit une f.é.m. dont l'expression est : $e = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$.

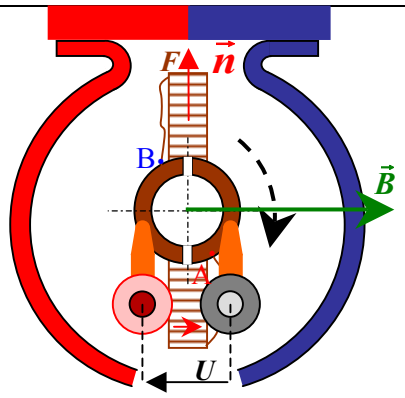
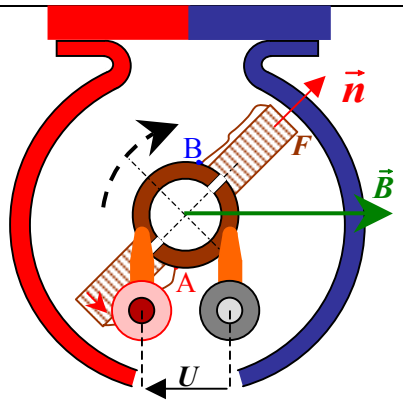
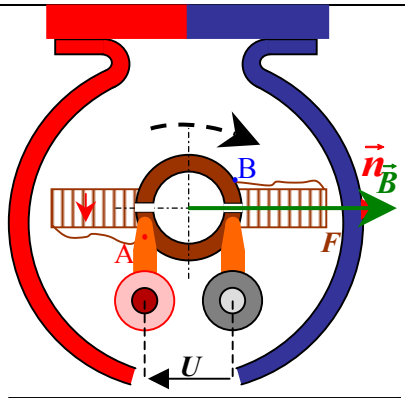
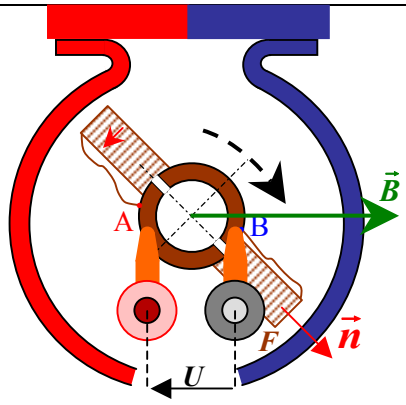
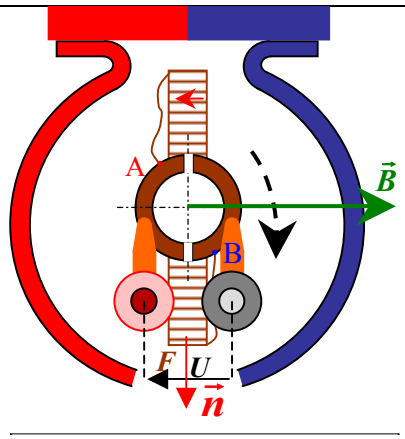
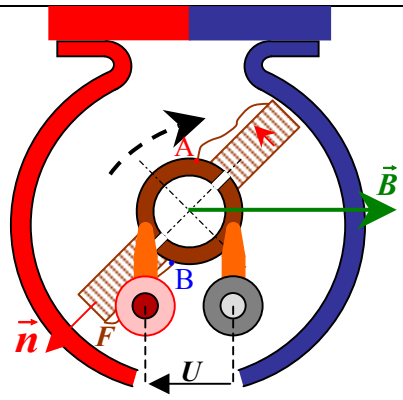
3.4 Etude de la tension force électromotrice et de la tension aux bornes de l'alternateur, au cours du temps

Considérons la bobine en rotation par rapport à l'aimant :

Dans l'étude qui suit, on fait référence à la face de la bobine d'où sort la normale. On pose $e = U_{BA}$.

On repère quelques positions de la bobine en rotation par rapport à l'aimant. Les explications font référence au flux magnétique et à ses variations.

①	②
	
Flux magnétique Le flux, négatif, est minimal. $e = U_{BA} = 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{BB} = 0}$	**Flux magnétique** Le flux est négatif croissant. $e = U_{BA} < 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{BA} < 0}$

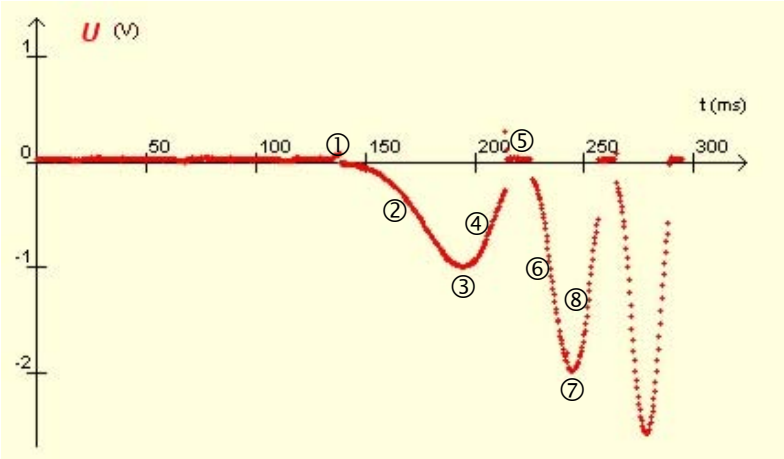
③	④
	
Flux magnétique Le flux est nul et croissant. $e = U_{BA} < 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{BA} < 0}$	**Flux magnétique** Le flux est positif croissant. $e = U_{BA} < 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{BA} < 0}$
⑤	⑥
	
Flux magnétique Le flux, positif, est maximal. $e = U_{BA} = 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{AA} = 0}$	**Flux magnétique** Le flux est positif décroissant. $e = U_{BA} > 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{AB} < 0}$
⑦	⑧
	
Flux magnétique Le flux est nul et décroissant. $e = U_{BA} > 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{AB} < 0}$	**Flux magnétique** Le flux négatif décroissant. $e = U_{BA} > 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{AB} < 0}$

On peut récapituler les variations de la f.é.m. d'induction dans le tableau suivant :

positions	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
Flux Φ	mini	↗	0	↗	maxi	↘	0	↘
$e = -\frac{d\Phi}{dt}$	= 0	< 0 ↘	< 0 mini	<0 ↗	= 0	> 0 ↗	> 0 maxi	> 0 ↘
U	= 0	< 0 ↘	< 0 mini	< 0 ↗	= 0	< 0 ↘	< 0 mini	< 0 ↗

3.5 Vérification expérimentale

La vérification expérimentale donne :



Remarque : l'amplitude de la tension et la période varient du fait d'une vitesse de rotation croissante.

4 Service après vente

La garantie est de 2 ans, le matériel doit être retourné dans nos ateliers.

Pour toutes réparations, réglages ou pièces détachées, veuillez contacter :

JEULIN - SUPPORT TECHNIQUE
Rue Jacques Monod
BP 1900
27 019 EVREUX CEDEX FRANCE
0825 563 563

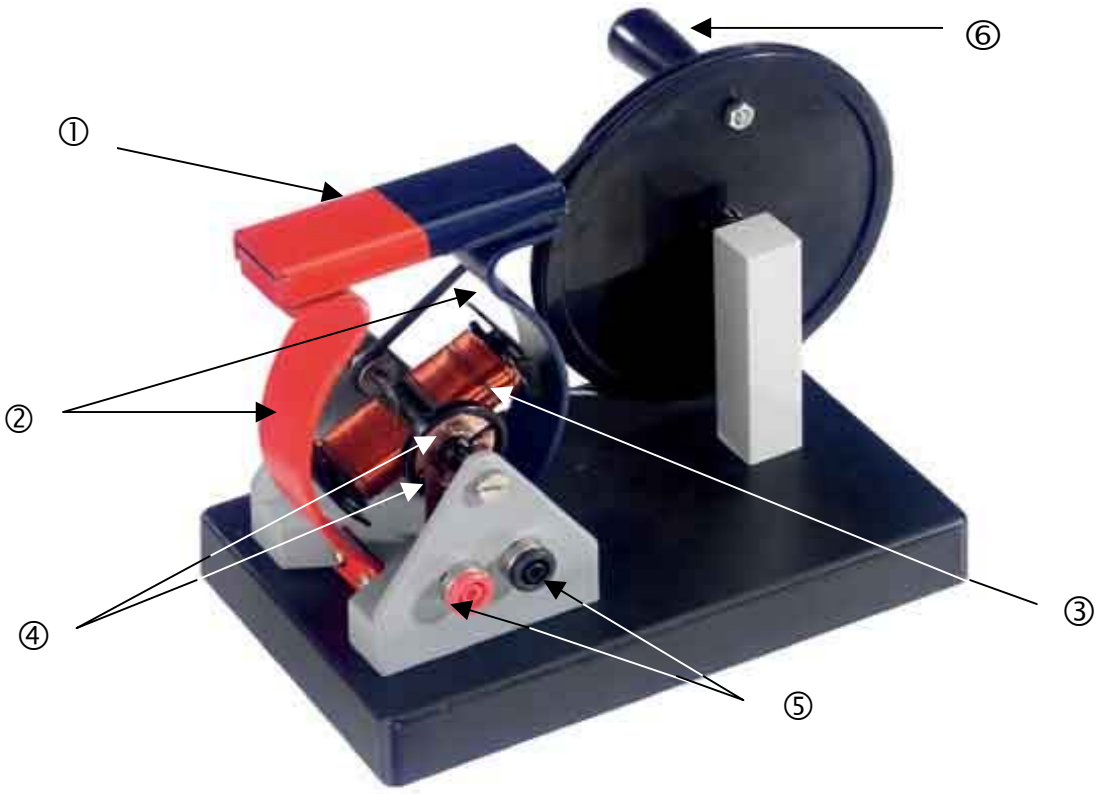
NOTES

1 General

1.1 Purpose of the apparatus

The alternator demonstration scale model is designed to illustrate during experiments, the generation of electricity through the conversion of mechanical energy. It can also be used to study the influence of a magnet's polarity on the direction of the current induced in qualitative fashion, by switching on a LED.

1.2 Description



①	Reversible straight magnet
②	Armatures in soft iron
③	Coil
④	Collector formed by two copper half-rings, forming part of the coil, each linked to one end of the wire constituting the coil.
⑤	Safety sockets linked to two copper blades which rub on the collector
⑥	Handle linked to a pulley to rotate the coil

1.2.1 Principle

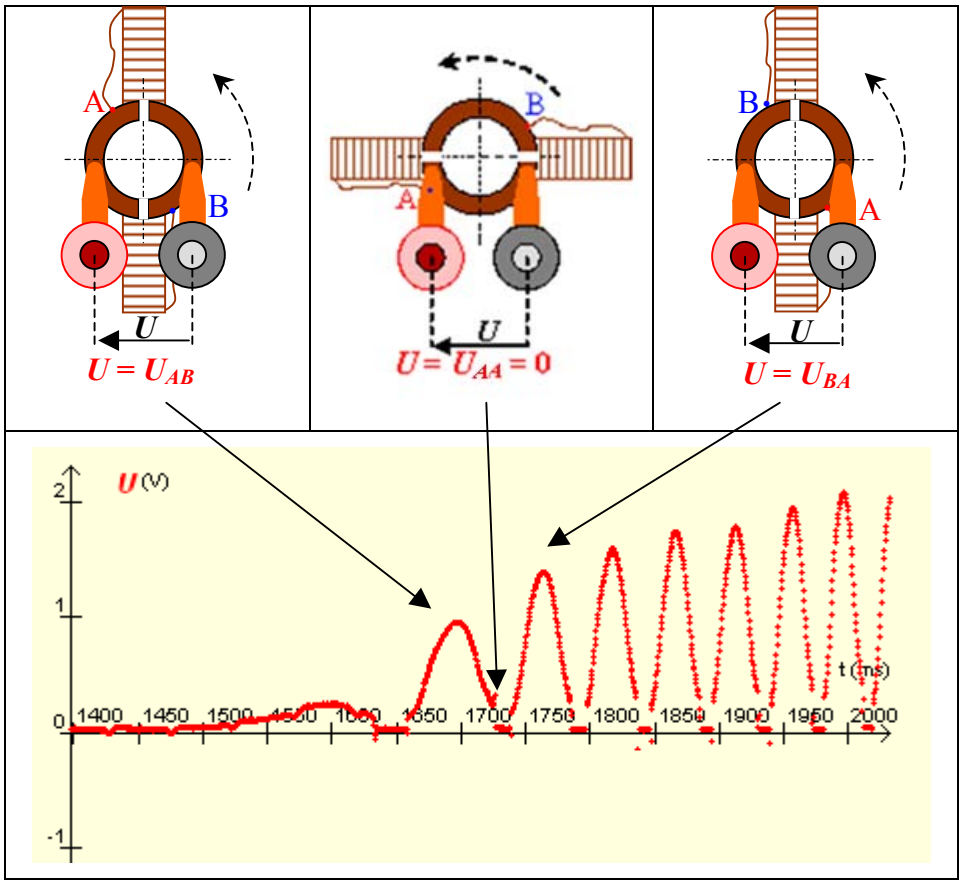
In the demonstration alternator, the coil is rotated using the handle. Transmission is by a belt. A straight magnet is placed on two soft iron armatures to create a practically uniform magnetic field in which the coil can rotate. The magnet is mobile to demonstrate the influence of polarity on the direction of current.

The ends of the wire constituting the coil are linked to a collector formed by two copper half-rings which themselves form part of the coil. Two copper blades linked to two safety sockets, rub on the collector.

It is possible to connect the following to the alternator: a power level indicator (reference 282 009), a dipole (for example a LED), an oscilloscope or an interface (Visio, Primo or VTT equipped with a voltmeter adaptor) linked to a computer.

1.2.2 Voltage at the safety socket terminals

If the voltage produced at the coil terminals as it rotates in the magnetic field is alternating, the voltage obtained at the safety socket terminals is rectified "double alternating".



1.3 Technical Characteristics

The coil, equipped with a soft iron hub, is mobile around a stud which on one side forms part of the pulley, and on the other side, of a collector formed by two copper half-rings.

The stud is fixed to a plastic support screwed into a base which is also plastic.

Two semi-circular soft iron armatures are screwed to the support. Their upper form allows receiving a straight magnet constituted of two ferrites of which the polarities are marked by a colour code.

A handle is used to rotate the coil via a belt. Demultiplication is 10.

2 Instructions for use

2.1 Generation of electrical energy by conversion of mechanical energy

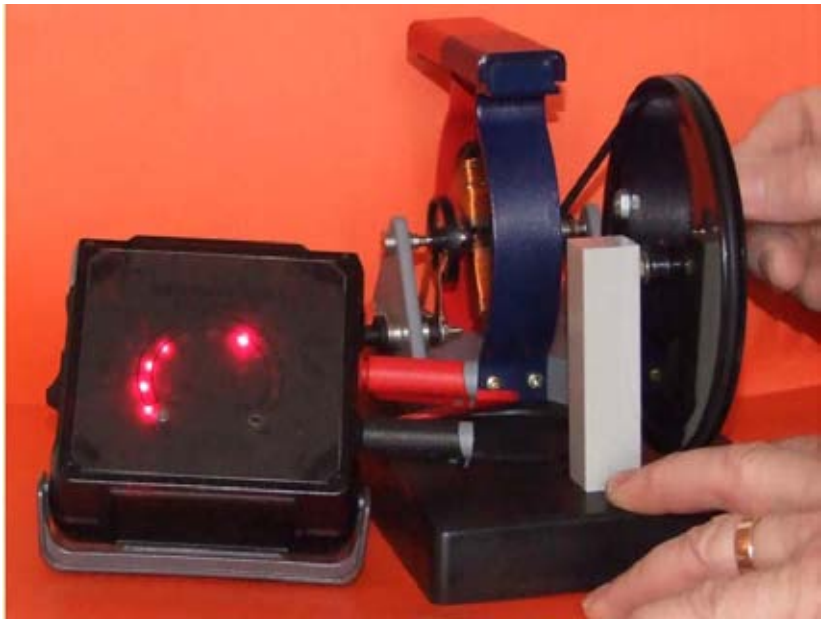
Connect an incandescent lamp (3.5 V; 0.2 A for example) to the alternator terminals. As soon as the coil is rotated (that is mechanical energy is supplied to the alternator), it can be observed the lamp lights up (irrespective of the direction of rotation of the coil) which means it is receiving electrical energy.

It can then be concluded that the mechanical energy received by the alternator is converted into electrical energy.

2.2 Study of electrical power

Connect the power level indicator (reference 282 009) to the alternator terminals.

Observe the power increases as the speed of rotation increases.



The electrical power available increases depending on the voltage generated at the alternator terminal. By increasing the speed of rotation, the voltage is

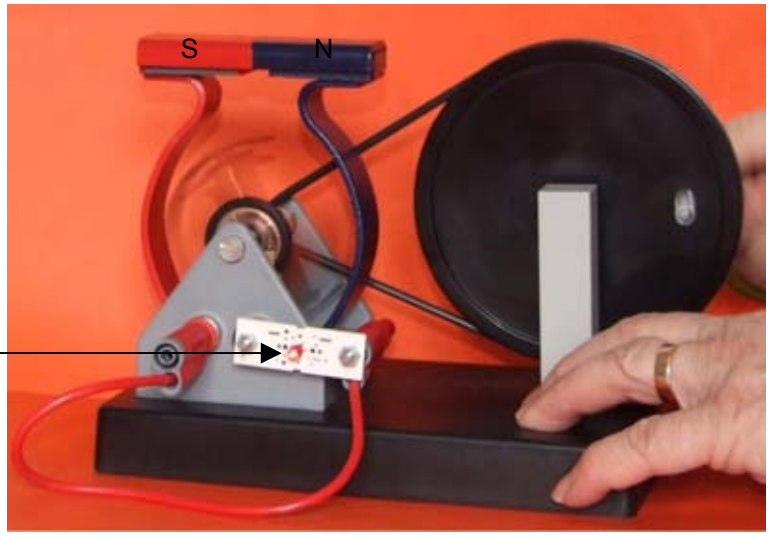
increased (see paragraph 2.4) and as a result, also the available electrical power.

Remark : The LEDs of the power level indicator can only light up in the passing direction, that is, only if the current which passes through them is circulating in the “right direction”. For this reason, the power level indicator can be used for only one direction of rotation of the coil, which depends on the polarity of the magnet, and the direction in which the power level indicator is connected.

2.3 Demonstration of the effect of the direction of rotation and polarity of the magnet

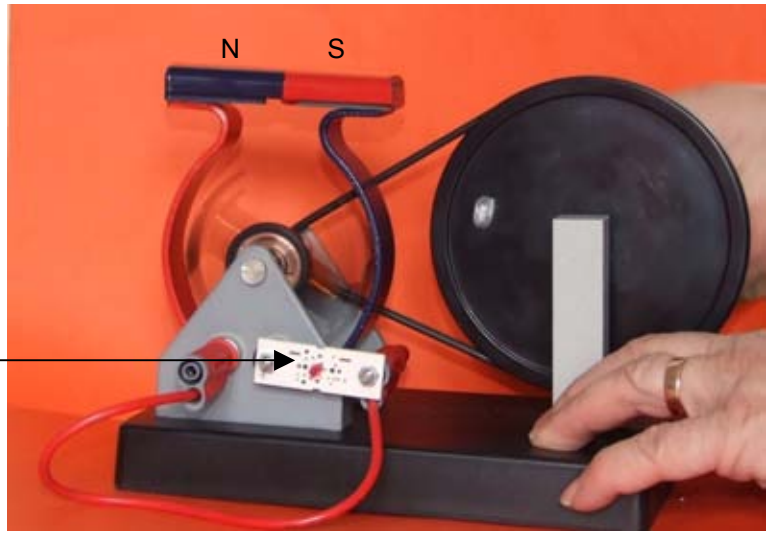
2.3.1 Effect of the direction of rotation

Rotate the alternator connected to a LED, first in one direction and then in the other. It can be observed only one direction of rotation lights up the LED.



2.3.2 Effect of polarity of the magnet

The LED lights up when the direction of rotation of the coil is contrary to the previous one.

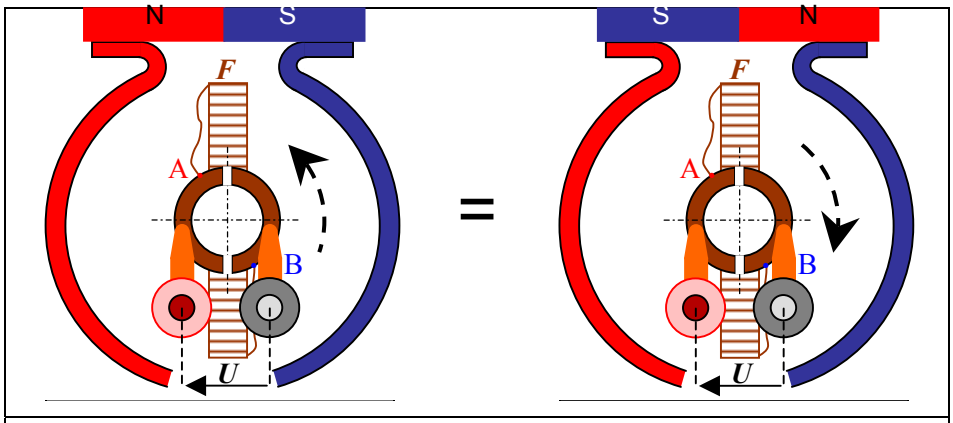


2.3.3 Explanation

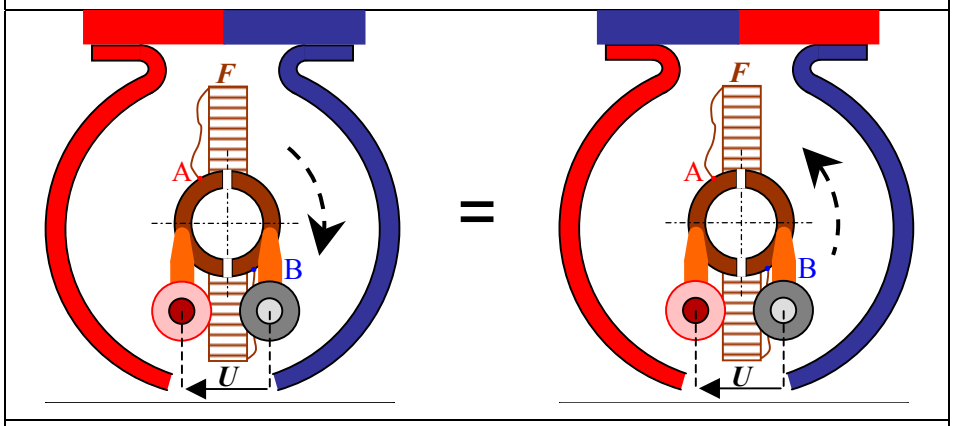
Mark one of the sides of the coil (noted F in the diagrams). With the magnet in a certain position, rotate the coil in one direction then another.

The polarity of the magnet is then inverted and the coil turned in one direction then another.

The situations in which the LED does and does not lights up are summarised below.



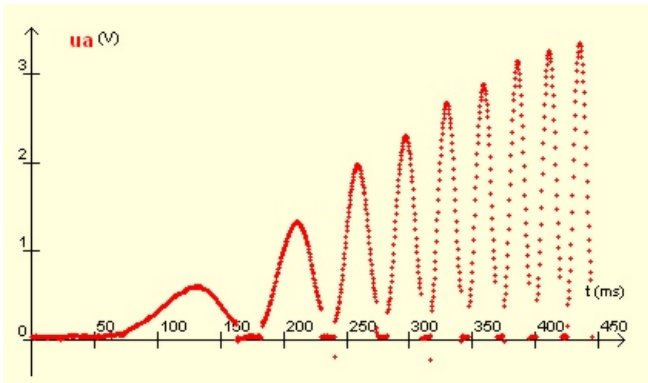
In 2 cases surface F of the coil turns towards the north pole of the magnet



In 2 cases the surface F of the coil turns towards the south pole of the magnet

2.4 Voltage at the alternator terminals depending on rotation

Rotate the alternator off-load, connected to an interface linked to the computer. The speed of rotation increases and recording of the voltage gives:



Observation of the voltage which is variable over time allows highlighting two important phenomena:

When the speed of rotation increases :

3. The maximum voltage value increases
4. The period (or pseudo-period) reduces

3 Theoretical study of the alternator

3.1 Magnetic flux

Let S_T be total of the area of the turns forming the coil,

The expression of flux is : $\boxed{\Phi = S_T\ \vec{B}\,.\,\vec{n}}$.

3.2 Arbitrary choice of the normal to the coil

Select as the positive direction, the direction of winding of the turns. The rule of the right hand gives the direction of the normal (see diagrams).

3.3 Electromotive force (EMF) : e

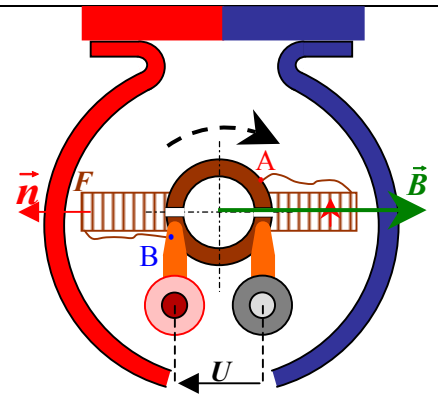
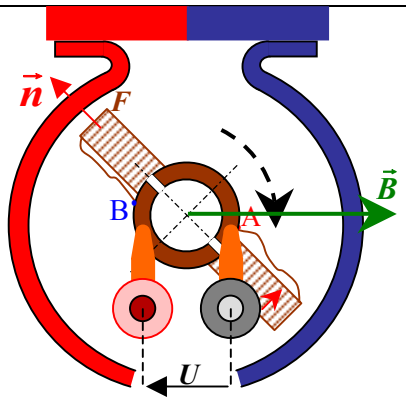
Any variation in flux produces an electromotive force of which the expression is: $e = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$.

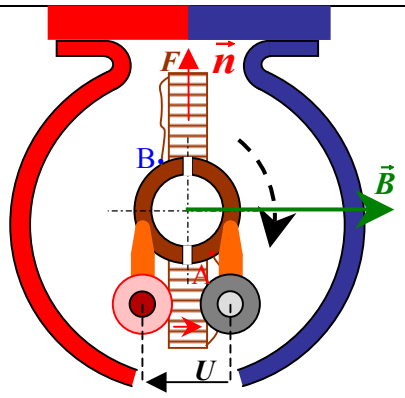
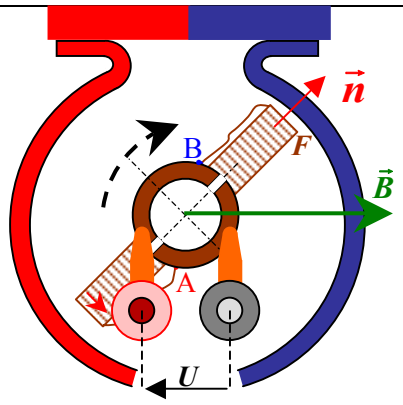
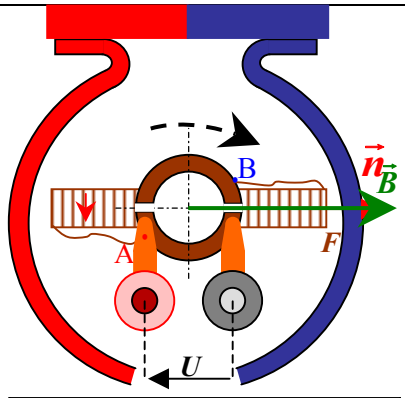
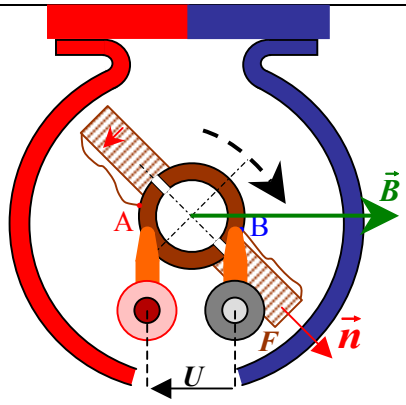
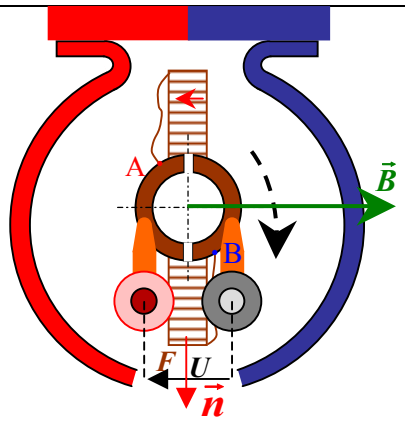
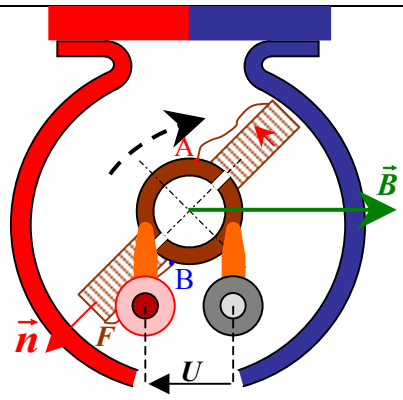
3.4 Study of electromotive force voltage and voltage at the alternator terminals over time

Consider the coil is rotating in relation to the magnet:

In the following study, reference is made to the surface of the coil from which the normal emerges, then $e = U_{BA}$.

Mark several positions of the coil in rotation in relation to the magnet. The explanations refer to the magnetic flux and its variations.

①	②
	
Magnetic flux. The flux, negative, is minimal e = U_{BA} = 0 ⇒ $\boldsymbol{U = U_{BB} = 0}$	**Magnetic flux.** The flux is negative and increasing e = U_{BA} < 0 ⇒ $\boldsymbol{U = U_{BA} < 0}$

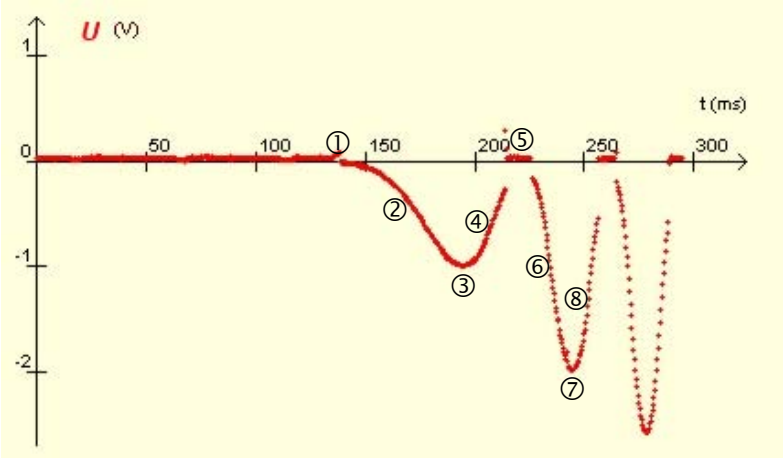
③	④
	
Magnetic flux. The flux is nil and increasing. $e = U_{BA} < 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{BA} < 0}$	**Magnetic flux.** The flux is positive and increasing. $e = U_{BA} < 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{BA} < 0}$
⑤	⑥
	
Magnetic flux. The flux, positive, is maximum. $e = U_{BA} = 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{AA} = 0}$	**Magnetic flux.** The flux is positive and decreasing. $e = U_{BA} > 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{AB} < 0}$
⑦	⑧
	
Magnetic flux. The flow is nil and decreasing. $e = U_{BA} > 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{AB} < 0}$	**Magnetic flux.** The flux is negative and decreasing. $e = U_{BA} > 0 \Rightarrow \boldsymbol{U = U_{AB} < 0}$

The variations in the electromotive force can be summarised in the following tables:

positions	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
Flux Φ	mini	↗	0	↗	maxi	↘	0	↘
$e = -\frac{d\Phi}{dt}$	= 0	< 0 ↘	< 0 mini	<0 ↗	= 0	> 0 ↗	> 0 maxi	> 0 ↘
u	= 0	< 0 ↘	< 0 mini	< 0 ↗	= 0	< 0 ↘	< 0 mini	< 0 ↗

3.5 Experimental verification

The experimental verification gives :



Remark: the amplitude of the voltage and of the period varies on account of an increasing speed of rotation

4 After-Sales Service

This material is under a two year warranty and should be returned to our stores in the event of any defects.

For any repairs, adjustments or spare parts, please contact :

JEULIN - TECHNICAL SUPPORT
Rue Jacques Monod
BP 1900
27 019 EVREUX CEDEX FRANCE
+(33) 0825 563 563

NOTES

Assistance technique en direct

Une équipe d'experts à votre disposition du Lundi au Vendredi (8h30 à 17h30)

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge immédiatement votre appel pour vous apporter une réponse adaptée à votre domaine d'expérimentation : Sciences de la Vie et de la Terre, Physique, Chimie, Technologie .

Service gratuit * :
+ 33 (0)2 32 29 40 50
** Hors coût d'appel*

Aide en ligne :
www.jeulin.fr
Rubrique FAQ

Direct connection for technical support

A team of experts at your disposal from Monday to Friday (opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request immediatly to provide you with the right answers regarding your activity field : Biology, Physics, Chemistry, Technology .

Free service * :
+ 33 (0)2 32 29 40 50
** Call cost not included*

JEULIN

Rue Jacques-Monod,
Z.I. n° 1, Netreville,
BP 1900, 27019 Evreux cedex,
France

Tél. : + 33 (0)2 32 29 40 00
Fax : + 33 (0)2 32 29 43 99
Internet : www.jeulin.fr - support@jeulin. fr

Phone : + 33 (0)2 32 29 40 49
Fax : + 33 (0)2 32 29 43 05
Internet : www.jeulin.com - export@jeulin.fr

SA capital 3 233 762 € - Siren R.C.S. B 387 901 044 - Siret 387 901 04400017