



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# Maquinaria eléctrica manual: amoladora angular

**Apellidos y nombre:** Pedrós Esteban, Armand-Thierry ([arpedes@esc.upv.es](mailto:arpedes@esc.upv.es))<sup>1</sup>

**Departamento/Centro:** <sup>1</sup>Departament d'Escultura  
Facultat de Belles Arts  
Universitat Politècnica de València

## Índice general

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. Resumen de las ideas clave</b>  | <b>2</b> |
| <b>2. Introducción</b>  | <b>2</b> |
| <b>3. Objetivos</b>   | <b>2</b> |
| <b>4. Desarrollo</b>  | <b>3</b> |
| 4.1. Descripción general . . . . .  | 3        |
| 4.1.1. Funcionamiento y componentes del motor eléctrico . . . . .                 | 3        |
| 4.1.2. Componentes de la radial . . . . .   | 4        |
| 4.2. Normas básicas para su utilización de forma segura . . . . .                 | 6        |
| 4.2.1. Decálogo para la manipulación de maquinaria eléctrica en general . . . . . | 6        |
| 4.2.2. Decálogo para la manipulación de la amoladora angular o radial . . . . .   | 8        |
| 4.2.3. Averías más frecuentes . . . . .   | 8        |
| <b>5. Cierre</b>  | <b>9</b> |

## 1 Resumen de las ideas clave

El trabajo de un material como la piedra supone la inversión de un esfuerzo y de un tiempo del que en ocasiones no disponemos. Por ello, en la mayoría de los casos, utilizamos maquinaria eléctrica y neumática para minimizar ese esfuerzo físico y ese tiempo que le vamos a dedicar.

En este objeto de aprendizaje vamos a describir una de las máquinas básicas en el desarrollo del proceso de trabajo. Es el caso de la amoladora angular, o como más comúnmente conocemos, la radial. A esta máquina le podemos acoplar accesorios como discos de corte, platos de desbaste, discos de lija, fresas especiales, etc. Es una máquina versátil con la que conseguiremos una libertad de manipulación que nos ofrece posibilidades creativas fuera del alcance de cualquier otra forma.

Vamos a describir diferentes aspectos de la máquina para conocer, de primera mano, qué es y como funciona, cómo manipularla, mantenimiento, problemas que se derivan de su uso y soluciones que podemos adoptar. Resulta necesario conocer estos aspectos puesto que nos ofrecen una visión global para hacer un uso correcto y seguro.

## 2 Introducción

La *radial* pertenece a la familia de la maquinaria manual y puede ser tanto eléctrica como neumática. Cada una de ellas tiene sus ventajas e inconvenientes. En este objeto de aprendizaje vamos a describir el uso y mantenimiento de la eléctrica.

Fue inventada en el año 1954 por la empresa alemana Ackermann +Schmitt <sup>1</sup>. Con el primer modelo, la DL 9 de altas revoluciones, marcó un hito en la historia que se prolonga hasta la fecha. La radial, no solo en el campo de la escultura de la piedra, es una máquina universalmente conocida e imprescindible para el trabajo de diferentes materiales <sup>2</sup>. Es versátil puesto que la podemos encontrar en el mercado con diferentes tamaños <sup>3</sup> y potencias. En la actualidad existen una gran cantidad de accesorios que le podemos acoplar sin hacer una gran inversión económica. Gracias a estos accesorios tenemos una máquina versátil que ha acabado por imponerse al resto de herramientas y máquinas que casi podríamos considerar como tradicionales.

El principal inconveniente que podemos señalar es el ruido que se produce durante su utilización y el polvo que se genera durante el proceso de trabajo. Esto puede resultar molesto a nivel individual y, dependiendo de donde la vayamos a utilizar, colectivo.

## 3 Objetivos

En este artículo nos vamos a proponer los siguientes:

1. Conocer que es una *amoladora angular* o *radial* y qué materiales podemos trabajar.
2. Conocer los elementos que la componen y cual es la función de cada uno de ellos.
3. Conocer las normas básicas para su utilización de forma segura.

---

<sup>1</sup>Consultado en la web: <https://www.flex-tools.com/es-es/empresa/historia>, el 26/04/2023

<sup>2</sup>Piedra en general, cerámica, hormigón, acero, aleaciones no metálicas, madera...

<sup>3</sup>El tamaño posibilita la utilización de diferentes accesorios puesto que su utilización la marcará el tamaño de la protección. La podremos encontrar para accesorios de 115mm, 125mm, 180mm, 230mm

4. Conocer diferentes tipos de accesorios y cómo los montamos en la máquina.
5. Identificar los principales problemas que se pueden generar y que soluciones les podemos dar.

## 4 Desarrollo

### 4.1 Descripción general

Podemos describir la **radial** como una máquina manual compuesta por un motor eléctrico de **corriente continua** que gira a un rango elevado de revoluciones y encerrado en una carcasa de plástico no conductora de la electricidad. Este motor produce un giro en sentido de su eje, y mediante un juego de engranajes, lo convierte en un giro en ángulo recto respecto a ese mismo eje. Mediante la colocación de unas bridas (de apoyo y apriete) permiten el acople y retención de diferentes accesorios (discos, platos, abrasivos, fresas...).

#### 4.1.1 Funcionamiento y componentes del motor eléctrico

El motor eléctrico de **Corriente Continua** o **CC** es una máquina giratoria que convierte energía eléctrica en energía mecánica<sup>4</sup>. Esto resulta posible gracias al principio de la **inducción**<sup>5</sup> y la acción de los campos magnéticos.



Figura 1: Visión general de un motor de CC

Los componentes de un motor de corriente continua se dividen en dos partes:

- Estator (inductor): parte que da soporte mecánico al aparato y contiene los polos de la máquina, que pueden ser devanados de hilo de cobre sobre un núcleo de hierro o imanes permanentes.

<sup>4</sup>Consulta realizada el día 26/04/2023 en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Motor\\_de\\_corriente\\_continua](https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_corriente_continua).

<sup>5</sup>Consulta realizada el día 26/04/2023 en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Inducción\\_electromagnética](https://es.wikipedia.org/wiki/Inducción_electromagnética). Es el fenómeno que origina la producción de una fuerza electromotriz (f.e.m. o tensión) en un medio o cuerpo expuesto a un campo magnético variable, bien en un medio móvil respecto a un campo magnético estático no uniforme, o la variación de las líneas de campo que atraviesan dicha superficie mediante un giro. La inducción se produce cuando la energía de un campo electromagnético es transferida a un cuerpo expuesto dentro de su radio. Cuando dicho cuerpo es un conductor y es parte de un circuito cerrado, se produce una corriente inducida. Este fenómeno fue descubierto por Michael Faraday en 1831, quien lo expresó indicando que la magnitud de la tensión inducida es proporcional a la variación del flujo magnético (ley de Faraday).

- Rotor (inducido): es un componente generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, alimentado con corriente continua a través del colector formado por *delgas*<sup>6</sup>. Las delgas se fabrican generalmente de cobre y están en contacto alternante con las *escobillas*<sup>7</sup>

Tanto el motor que vemos en la Figura 1 y 2 como el de las radiales que posteriormente describiremos, están refrigerados por aire. Se establece un flujo que ayuda a disipar el calor que se genera. Vienen provistas de unas rejillas en la base del motor que dan entrada a ese aire y que siempre tienen que estar libres. Debemos de recordar que esta característica de los motores puesto que resulta extremadamente sencillo generar un calentamiento que los deteriore.

#### 4.1.2 Componentes de la radial

De forma genérica hemos descrito las partes de un motor eléctrico cualquiera. La radial, como hemos leído en la Descripción General, está compuesta de un motor de estas características por lo que comparte estos elementos como el resto de motores eléctricos de **Corriente Continua**.



Figura 2: Radial con disco diamantado

En la Figura 2 vemos una radial con uno de los accesorios más utilizados durante el proceso de la talla. Pero antes de proceder a la descripción de los diferentes accesorios que podremos utilizar (así como la forma en la que los fijaremos a la máquina) vamos a hacer una descripción de los diferentes elementos que aparecen descritos en los apartados anteriores.

<sup>6</sup>Consulta realizada el día 26/04/2023 en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Delga>. Una delga es cada una de las láminas, generalmente de cobre, aisladas unas de otras y conectadas a su vez a los terminales de cada una de las bobinas giratorias del rotor de una máquina eléctrica de corriente continua, tanto motores como generadores. Se utilizan para establecer una conexión eléctrica entre la parte fija o estator y las bobinas de la parte móvil o rotor, lo que se realiza mediante un elemento llamado colector. El colector consta de un anillo, concéntrico al eje de giro y aislado eléctricamente del mismo, formado por una serie de láminas, generalmente de cobre, aisladas unas de otras y conectadas a su vez a los terminales de cada una de las bobinas giratorias. Cada una de esas láminas es una delga. Para establecer la conexión se disponen unos bloques de carbón llamados escobillas, que mediante un resorte hacen presión sobre las delgas correspondientes y conducen la electricidad hacia las bobinas.

<sup>7</sup>Consulta realizada el día 26/04/2023 en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Escobilla\\_\(electricidad\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Escobilla_(electricidad)). En electricidad, se necesita frecuentemente establecer una conexión eléctrica entre la parte fija y la parte rotativa de un dispositivo. Este es el caso de los motores o generadores eléctricos, donde se debe establecer una conexión de la parte fija de la máquina con las bobinas del rotor. Para realizar esta conexión, se fijan dos anillos en el eje de giro, generalmente de cobre, aislados de la electricidad del eje y conectados a las terminales de la bobina rotatoria. En frente de los anillos, se disponen unos bloques de grafito que, mediante unos resortes, hacen presión sobre ellos para establecer el contacto eléctrico necesario. Estos bloques de grafito se denominan escobillas (carbones, coloquialmente) y los anillos rotatorios reciben el nombre de colector. En algunos tipos de máquinas electromagnéticas, como los motores o los generadores de corriente continua, los anillos del colector están divididos en dos o más partes, aisladas unas de otras y conectadas a una o más bobinas. En este caso, cada una de las partes en que está dividido el colector se denomina delga. Debido a que, por el roce que se ocasiona al girar el dispositivo se produce un desgaste por abrasión, las escobillas deben ser sustituidas periódicamente

En la Figura 3 vemos todos estos elementos desmontados y ordenados junto a la carcasa de plástico. Para conocer mejor cada una de estas partes vamos a comentarlas por separado. En el primer grupo de imágenes que vemos en las Figuras 4, 5, 6 y 7 corresponden a los elementos que pueden sufrir las averías más comunes como consecuencia del puro desgaste o de un uso inadecuado.

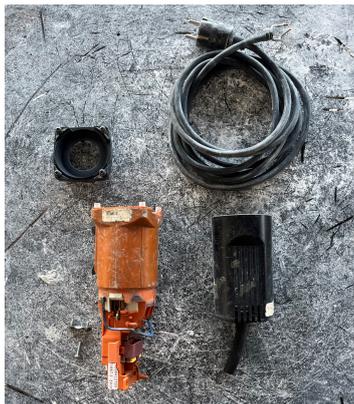


**Figura 3:** Elementos que componen la radial

En el caso de la Figura 4, la función de la carcasa es la de albergar el motor, protegerlo, mantenerlo aislado y refrigerado mientras que la del cable de alimentación es la de hacer llegar la corriente al motor.

En la Figura 5 vemos el *Estator* o *inductor* y corresponde la parte del motor que influye sobre la Figura 6 que corresponde al *rotor* o *inducido* para que se genere su rotación gracias a la interacción de los campos magnéticos.

En la Figura 7 aparecen las pequeñas piezas de grafito conocidas como *escobillas* cuya función es la de mantener activo el contacto eléctrico necesario para que funcione el conjunto. Fruto del uso se desgastan y hay que reemplazarlas con cierta periodicidad.



**Figura 4:** Carcasa protectora y cable



**Figura 5:** Estator o inductor



**Figura 6:** Rotor o inducido



**Figura 7:** Escobillas

La *radial* está compuesta de más piezas necesarias y sumamente importantes y que, aunque también se pueden averiar, no suele entrar dentro de la normalidad. Estas piezas corresponden a *engranajes*, *rodamientos*, terminales, etc.

En la Figura 8 vemos el engranaje principal que cambia la dirección del sentido de giro del motor 90°. Está fabricada en un acero especialmente resistente que, en condiciones normales, no se deteriorará. Sin esta pieza el sentido de giro correspondería a la del eje y la máquina pasaría de considerarse *amoladora angular* a *amoladora recta*.



Figura 8: Engranaje helicoidal



Figura 9: Rodamiento

En la Figura 9 vemos los *rodamientos* o *cojinetes* que necesita la máquina para funcionar correctamente. Tienen dos funciones: la primera la de centrar los elementos que giran y la segunda la de permitir un giro fluido con una fricción muy baja. Estos elementos vienen cerrados, aislados y lubricados y en el caso de avería se sustituyen por unos nuevos sin mayor problema.

## 4.2 Normas básicas para su utilización de forma segura

El trabajo con cualquier tipo de máquina entraña un peligro que debemos minimizar y en este caso, durante la utilización de la *radial* deberemos de prestar una atención especial dadas sus características. Antes de iniciar los trabajos deberemos, por normal general, hacer uso del **EPI**<sup>8</sup> Equipo de Protección Individual.

### 4.2.1 Decálogo para la manipulación de maquinaria eléctrica en general

#### 1. Utilización obligatoria del EPI:

Este Equipo de Protección está compuesto por diferentes elementos que protegen nuestra integridad física.

- **Guantes:** nos protegen las manos de rozaduras y abrasiones.
- **Protecciones oculares:** nos protegen la vista de proyecciones de partículas.
- **Protecciones auditivas:** nos protegen el oído de ruidos por encima de lo recomendable.
- **Protecciones de las vías respiratorias:** nos protegen las vías respiratorias de elementos que pueden resultar nocivos para nuestra salud.

#### 2. Conocimiento y formación específica:

<sup>8</sup>En otro Objeto de aprendizaje desarrollamos las Normas Básicas de Prevención y Seguridad Laboral aplicada al trabajo de la piedra. Entre otros aspectos explicamos que es el **EPI**, de que elementos se compone y cual es su función.

Para poder utilizar esta máquina deberemos de realizar prácticas específicas de manejo de la máquina con lo que conseguiremos una manipulación segura. Resulta imprescindible familiarizarnos con ella.

3. Nunca desmontar sistemas propios de protección:

No deberemos de desmontar las protecciones propias de la máquina puesto que si lo hacemos no nos protegerán de los riesgos específicos para lo que están formuladas.

4. Hacer un uso adecuado según la tarea que se va a desarrollar

Utilizaremos la máquina para aquello que está diseñada. Tiene una única función y está diseñada para ello.

5. Seguir las instrucciones de vestuario adecuado

- **Vestir ropas ajustadas (puños y cintura):** evitaremos que la máquina las pueda enganchar en un descuido.
- **Guardar/eliminar prendas colgantes:** evitaremos que la máquina las pueda enganchar en un descuido.
- **Recoger el pelo largo:** evitaremos que la máquina las pueda enganchar en un descuido.

6. Conexión/desconexión correcta de la máquina

- Para la **conexión:** Tomaremos el enchufe y de forma segura y firme lo introduciremos en la base correspondiente. Si no entrara no lo forzaríamos puesto que podemos deteriorar una de las dos espigas (o las dos).
- Para la **desconexión:** No tiraremos del cable puesto que a medio plazo acabará rompiéndose uno de los cables del interior. Siempre tomaremos el enchufe y de forma firme tiraremos de él.

7. Aproximación gradual a la zona de corte/trabajo

Una vez el motor se encuentra en el máximo de revoluciones posible acercaremos el disco a la zona de trabajo lentamente. Dejaremos que el accesorio entre poco a poco en contacto con el material dando tiempo a que realice el trabajo para el que está diseñado. Si el contacto es violento lo deterioraremos y generaremos una situación de peligro con consecuencias para nosotros.

8. Retirada gradual de la zona de corte/trabajo

Finalizada la tarea que hemos iniciado, la retirada de la zona de trabajo la realizaremos de forma gradual y con la máquina en funcionamiento, nunca con la máquina parada.

9. Precaución con el cable de alimentación

El cable de alimentación de la máquina es un elemento que, de no ubicarlo correctamente durante su utilización, lo podemos cortar de forma involuntaria. También nos podemos enganchar con él con la máquina en marcha. Durante el uso de la máquina el cable no debe de estar tirante puesto que limitará nuestros movimientos.

10. En caso de anomalía interrumpir el trabajo y consultar

Si durante el desarrollo de cualquier operación detectamos cualquier tipo de anomalía relacionada con el funcionamiento de la máquina interrumpiremos la operación que estamos desarrollando y consultaremos con la persona responsable.

11. Si no sabemos o no estamos seguros preguntamos

Si no sabemos, o no estamos seguros de como hacer alguna operación con la máquina, preguntaremos a la persona responsable para que nos indique la forma de hacerlo.

12. Cansancio y/o agotamiento físico

Este es un factor que en muchas ocasiones obviamos y es causa de muchos accidentes. Cuando estamos trabajando con máquinas como la radial estamos en tensión puesto que necesitamos realizar un esfuerzo físico tal que nos permita manejarla para conseguir de ella lo que necesitamos. A parte de este esfuerzo, realizamos otro de máxima concentración puesto que ponemos todos nuestros sentidos en las operaciones que estamos desarrollando. Este proceso supone un cansancio que aumenta a medida que transcurre el tiempo. Debemos de saber hasta qué punto podemos llegar sin poner en riesgo nuestra seguridad.

#### ***4.2.2 Decálogo para la manipulación de la amoladora angular o radial***

En este caso vamos a considerar las operaciones de corte para desarrollar este decálogo.

1. **Montaremos correctamente los accesorios.**
2. **Proyectaremos el polvo/partículas generado donde menos moleste.**
3. **Prestaremos especial atención a cable de alimentación.**
4. **Nos aproximaremos de forma gradual a la zona de corte.**
5. **No variaremos el ángulo de corte durante la operación.**
6. **Nunca forzaremos lateralmente el disco de corte.**
7. **Utilizaremos el disco montado con el material adecuado.**
8. **Sujetaremos correctamente la pieza que vamos a cortar.**
9. **Si la pieza vibra, se mueve o cae no intentaremos salvarla.**
10. **Nunca acercaremos los dedos a la zona de corte.**
11. **Si está marcha no la dejaremos de la mano ni en posición inestable.**
12. **Si no corta bien detendremos la operación y cambiaremos el disco.**
13. **Utilizaremos la máquina lo que necesitemos y la devolveremos.**
14. **En caso de no tener suficiente maquinaria compartiremos el uso.**

#### ***4.2.3 Averías más frecuentes***

Las averías, o problemas mecánicos/eléctricos que más frecuentemente nos podemos encontrar con esta máquina son los siguientes:

- **Desgaste de escobillas:** Como comentamos en el apartado 4.1.1 este elemento establece y mantiene la corriente eléctrica entre la parte fija y rotativa del dispositivo. Están fabricadas con grafito y sufren un desgaste como consecuencia de la fricción a la que se ven sometidas. Cuando están gastadas se interrumpe ese flujo de la corriente eléctrica y el motor se para. La resolución del problema pasa por su sustitución.

- **Cable de alimentación:** Este elemento, aunque parezca que no suele deteriorarse, puede sufrir diferentes averías o problemas. A continuación podemos describir los más comunes:
  - **Corte:** Como comentamos en el Punto 9 del Apartado 4.2.1 el corte accidental del cable, a parte del riesgo eléctrico que se genera, supone la interrupción de la corriente eléctrica y parada automática del motor. En ese momento hay que apagarla del interruptor y revisar el cable. La solución pasa o bien por la reparación del cable o bien por su sustitución.
  - **Interrupción corriente eléctrica en la entrada al motor:** El cable que aporta la corriente eléctrica al motor se sujeta a la carcasa protectora mediante una mordaza que lo aprisiona. Como consecuencia del movimiento de la máquina durante su manipulación este cable se dobla, curva o torsiona. Poco a poco, por el punto donde está aprisionado, el cable se debilita hasta que rompe uno de los filamentos. La solución pasa por eliminar esa zona deteriorada y volver a sujetarlo por una zona en buen estado.
  - **Deterioro de la clavija de conexión:** Como comentamos en el Punto 6 del Apartado 4.2.1, una *conexión* deficiente de la máquina desde la clavija puede deteriorar este elemento e impedir que la corriente eléctrica llegue al cable que alimenta al motor. Una *desconexión* incorrecta tirando del cable (y no de la clavija) puede llegar a romper uno de los cables del interior de la manguera que alimenta al motor.
- **Calentamiento excesivo del motor:** Como comentamos en el Apartado 4.1.1, consecuencia del funcionamiento del motor se genera un calentamiento que se disipa gracias al un flujo de aire que se genera durante el funcionamiento de la radial. La máquina está provista de unas rejillas para facilitar la entrada del aire y siempre tienen que estar libres de obstáculos. Aun así, un uso intensivo en el que el motor está en funcionamiento durante varias horas se calentará excesivamente lo que puede degenerar en avería. Ese calentamiento, por ejemplo, puede fundir las partes de la carcasa de plástico que están en contacto con los *rodamientos*<sup>9</sup>, deteriorar el recubrimiento del bobinado del motor o simplemente estar a una elevada temperatura que haga imposible su manejo.

## 5 Cierre

En este objeto de aprendizaje hemos conocido qué es un motor eléctrico, sus partes principales y su funcionamiento básico. También hemos conocido las diferentes partes de una máquina como es la **amoladora angular** o **radial** y hemos aprendido a protegernos mediante la utilización del **EPI**. Posteriormente hemos hecho un recorrido por las normas básicas o *decálogo para la manipulación de cualquier maquinaria eléctrica*, para circunscribirlo a la amoladora angular o radial mediante el *decálogo para la manipulación de la amoladora angular o radial*. Finalmente hemos conocido las averías más frecuentes y las soluciones que debemos de adoptar.

---

<sup>9</sup>Apartado 4.1.2