

DISEÑO CONCEPTUAL DE DATOS

MODELO E/R

1.- INTRODUCCIÓN	2
2.- LAS ENTIDADES.....	3
2.1.- ATRIBUTOS	4
2.1.1.- DOMINIOS	5
3.- LAS RELACIONES.	6
3.1.- DEFINICIÓN	6
3.2.- GRADO DE UNA RELACIÓN	7
3.3.- TIPOS DE CORRESPONDENCIA	8
3.4.- ATRIBUTOS DE UNA RELACIÓN.	12
4.- MODELO E/R EXTENDIDO.....	13
4.1.- RESTRICCIONES.....	13
4.2.- CARDINALIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA DE UN TIPO DE ENTIDAD.....	14
4.3.- ENTIDADES DÉBILES.....	15
4.4.- DEPENDENCIA DE EXISTENCIA.....	16
4.5.- DEPENDENCIA DE IDENTIFICACIÓN.....	16
4.6.- RELACIONES DE GRADO MAYOR QUE 2.....	17
4.7.- GENERALIZACIÓN / ESPECIALIZACIÓN.....	18
4.8.- ENTIDADES AGREGADAS	21
4.9.- RESTRICCIONES DE LAS RELACIONES	21
4.9.1.- RESTRICCIÓN DE EXCLUSIVIDAD	21
4.9.2.- RESTRICCIÓN DE EXCLUSIÓN.....	22
4.9.3.- RESTRICCIÓN DE INCLUSIVIDAD.....	22
4.9.4.- RESTRICCIÓN DE INCLUSIÓN	23
5.- OTRAS NOTACIONES DEL MODELO E/R.....	23

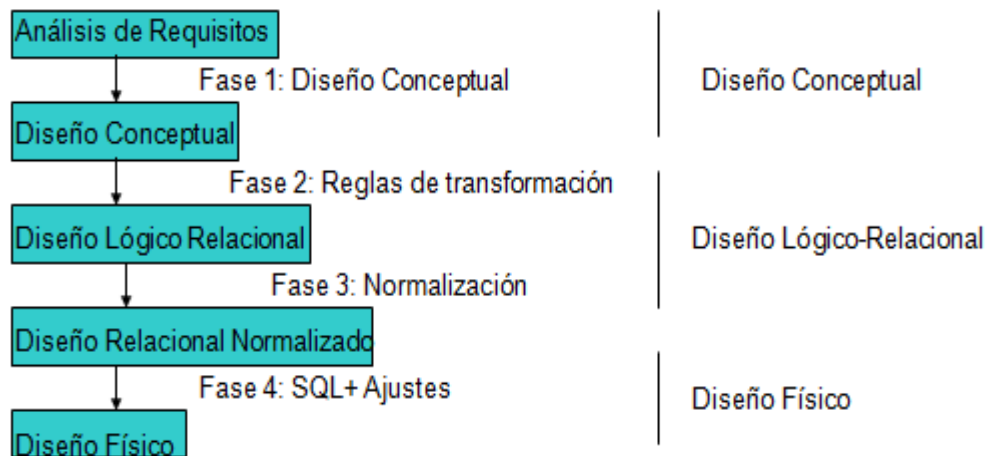
1.- INTRODUCCIÓN

El Modelo Entidad Relación (E/R) es un lenguaje gráfico de alto nivel, fácil de utilizar y comprender, que nos permitirá representar los aspectos estructurales del Sistema Informático.

Lo utilizaremos en las primeras fases del proceso de diseño de las Bases de datos; de forma resumida dicho proceso consistirá en:

1. A partir de la realidad, estudiándola, se determina el alcance global del diseño y se determinan las necesidades de los usuarios. Para ello se realizan entrevistas, cuestionarios, estudio de los documentos de la organización objeto del estudio informático, etc. El resultado será un conjunto de requerimientos redactados de forma concisa.
2. Partiendo del Análisis de Requerimientos, se diseña el Esquema Conceptual de la Base de Datos mediante un modelo de alto nivel (el Modelo E/R).
3. Mediante el Nivel Lógico se realiza la adaptación del modelo conceptual (ya validado) al tipo de Sistema de Gestión de Base de Datos (relacional, jerárquico o en red) que se vaya a utilizar. Al final se obtiene un modelo lógico de registros que representa la estructura de los datos en dicho sistema. Éste modelo se realiza durante la fase de diseño del sistema, se suele completar con información adicional sobre el volumen de los datos, rangos de valores o restricciones, y la forma de acceso a los mismos.
4. Mediante el Nivel Físico se debe determinar cómo se organiza físicamente el almacenamiento de los datos en ficheros. Todos estos detalles se pueden ignorar, ya que son competencia del Sistema de Gestión de Base de Datos que se utilice.
5. Finalmente se realiza la implementación del diseño y prueba del mismo: El modelo físico se introduce en el SGBD que se va a utilizar y se realizan las pruebas del diseño realizado para comprobar que se comporta en la forma esperada por los usuarios.

Gráficamente, de manera resumida, todo el proceso sería el siguiente:



En realidad, en sistemas grandes, no podemos separar el análisis de los datos del análisis de los procesos a realizar con los datos. De hecho, paralelamente al Diseño Conceptual, después del análisis de requerimientos, se realizaría el Análisis Funcional, encargado de ver los procesos generales que son necesarios en el sistema.

En el Modelo E/R se estudian las entidades u objetos del universo del discurso (parcela del mundo real que se intenta modelizar) y las relaciones que habrá entre las distintas entidades.

El Modelo E/R (entidad correspondencia) fue propuesto por Chen en 1976 como un modo gráfico de expresar el ESQUEMA CONCEPTUAL de una BD, inicialmente se basaba en tres

objetos: Entidades, Atributos y Relaciones (correspondencias) pero posteriormente fue ampliado introduciéndose los conceptos de restricciones, agrupaciones o agregados y alternativas (exclusivas) que permiten una representación más completa de la realidad, creando el denominado Modelo E/R Extendido (E/RE o ERX).

EJEMPLO:

Vamos a presentar un ejemplo sobre el cual basaremos el resto del tema.

Se trata de informatizar una compañía de realización de proyectos industriales, y el resultado del análisis de requerimientos es el siguiente:

- *La compañía está organizada en departamentos. Cada uno tiene nombre único, número único y un empleado que lo dirige. Nos interesa la fecha en la que comenzó a dirigirlo.*
- *Cada departamento controla una serie de proyectos. Cada proyecto tiene nombre y número únicos.*
- *De cada empleado nos interesa el nombre (formado por nombre de pila y dos apellidos), DNI, domicilio, teléfono, sueldo y fecha de nacimiento. Todo empleado está asignado a un departamento y tendrá un supervisor. Puede trabajar en más de un proyecto (no necesariamente controlados por el mismo departamento) y trabajará un determinado número de horas a la semana en cada proyecto.*

Queremos saber también los familiares de cada empleado, para administrar todos los asuntos relacionados con los seguros. Nos interesa conocer el nombre, fecha de nacimiento y parentesco con el empleado.

2.- LAS ENTIDADES

Por ENTIDAD se entenderá una persona, cosa, lugar, concepto o suceso, con existencia real o abstracta, que resulte de interés para el S.I. Es aquel objeto acerca del cual queremos almacenar información en la BD.

Así, en el ejemplo, los empleados son entidades. Dado que todos los empleados tendrán para nosotros las mismas características (nombre, dirección,...), a pesar de que cada una de dichas características tengan valores distintos, los podemos englobar en la misma estructura.

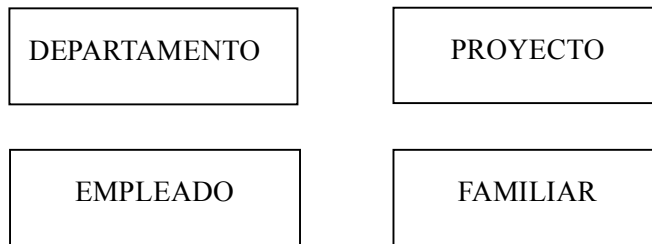
Llamaremos **TIPO DE ENTIDAD** a la estructura genérica (EMPLEADO) y **OCURRENCIA DE LA ENTIDAD** a cada una de las realizaciones concretas (cada uno de los empleados, por ejemplo Joan Peris).

Representaremos el Tipo de Entidad (en el diseño no nos interesan las ocurrencias) mediante un rectángulo con el nombre de la entidad en el interior (preferiblemente en singular y en mayúsculas).

Reglas para dar nombres:

- Utilizar nombres significativos
- Nombres en singular para las entidades
- Nombres de entidades y relaciones en letras mayúsculas
- Nombres de atributos en mayúscula sólo la primera letra

En nuestro ejemplo tendremos las siguientes entidades:



Reglas generales que debe cumplir una entidad:

- Tiene que tener existencia propia.
- Cada ejemplar de un tipo de entidad debe poder distinguirse de las demás.
- Todos los ejemplares de un tipo de entidad deben tener las mismas propiedades.

2.1.- ATRIBUTOS

Un ATRIBUTO será cada una de las propiedades o características de una entidad que resulten de interés para el S.I.

Por ejemplo en la entidad EMPLEADO tendremos los atributos nombre, DNI, domicilio, teléfono, sueldo y fecha de nacimiento.

No consideraremos como atributos las características que no nos interesan (estatura, talla de pantalones, color del pelo,...)

Una ocurrencia de entidad tendrá un VALOR para cada atributo, por ejemplo Joan Peris, 18.901.234K, 964-22.33.44, 1.000 €, 12-5-60.

A veces puede ser que el contenido de un atributo sea el valor NULO (por ejemplo si el empleado carece de teléfono o lo desconocemos).

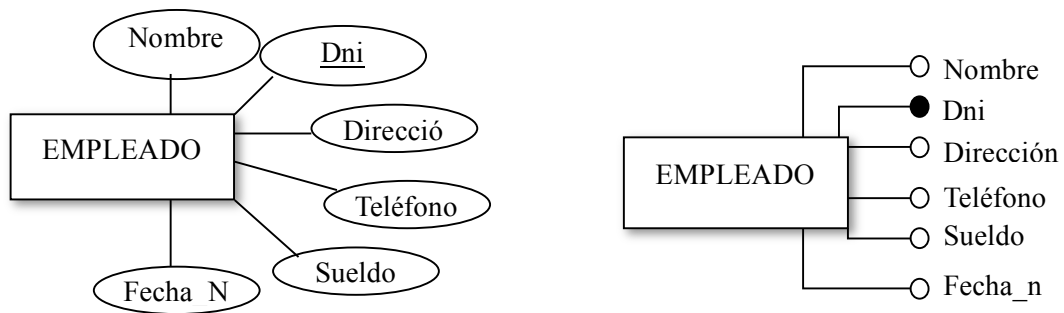
Los atributos pueden ser, según su estructura SIMPLES o COMPUESTOS, si están formados por una única información o por más de una. Así el nombre podría ser: *nombre = (nombre de pila, primer apellido, segundo apellido)*. Y según su número de valores, puede ser ATÓMICO, es decir un único valor, o MULTIVALUADO, pudiendo tomar varios valores. Pensemos por ejemplo en el atributo número de teléfono de un cliente que nos puede dar varios números.

Para poder identificar cada ocurrencia de una entidad es necesario que algún atributo (o conjunto de atributos) les represente unívocamente dentro del conjunto de ocurrencias de esa entidad. Y para que eso sea posible, este atributo deberá tener valores distintos para todas las ocurrencias. En el ejemplo EMPLEADO, el nombre (que suponemos que no se repiten) o el DNI servirían como identificadores. En cambio el sueldo no serviría, ya que más de un empleado puede tener el mismo sueldo.

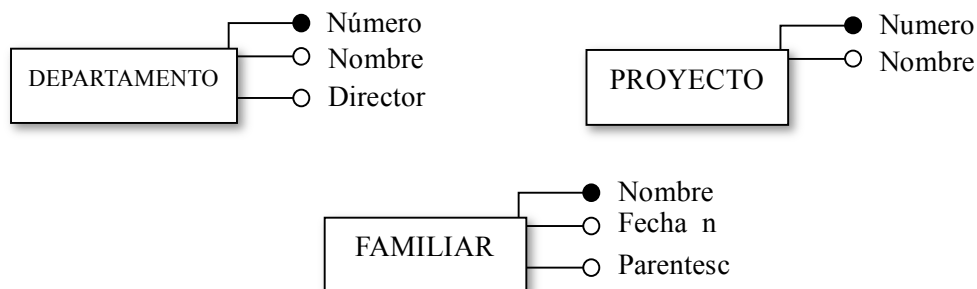
De los atributos (o conjunto de atributos) que cumplen la condición anterior, escogeremos uno y lo denominaremos ATRIBUTO IDENTIFICADOR PRINCIPAL, los otros serán ATRIBUTO IDENTIFICADOR ALTERNATIVO.

Todas las entidades han de tener un Atributo Identificador Principal (AIP). Es una de las restricciones del Modelo E/R.

Representaremos los atributos mediante un círculo unido a la entidad por una línea, y en el interior o al lado pondremos el nombre del atributo. La clave la señalaremos subrayándola, o mediante el círculo negro.



Utilizando la segunda forma tendremos:



Atributo Identificador Principal —●— Atributo

Atributo I. Alternativo —◐— Atributo

Atributo Multivaluado —n— Atributo

Atributos Compuestos

2.1.1.- DOMINIOS

Un dominio es el conjunto de posibles valores que puede tomar un atributo. Así, por ejemplo, el número identificativo del departamento podría ser un número del 1 al 10.

Más de un atributo puede compartir el mismo dominio, por ejemplo incluyendo dentro de la entidad EMPLEADO el atributo fecha de incorporación a la compañía, compartiría dominio con el atributo fecha_n.

3.- LAS RELACIONES.

Para poder expresar que un trabajador determinado pertenece a un departamento concreto (Joan Peris está en Contabilidad, por ejemplo), o que tal trabajador está en tal proyecto dedicándole x horas semanales, utilizaremos las relaciones entre entidades.

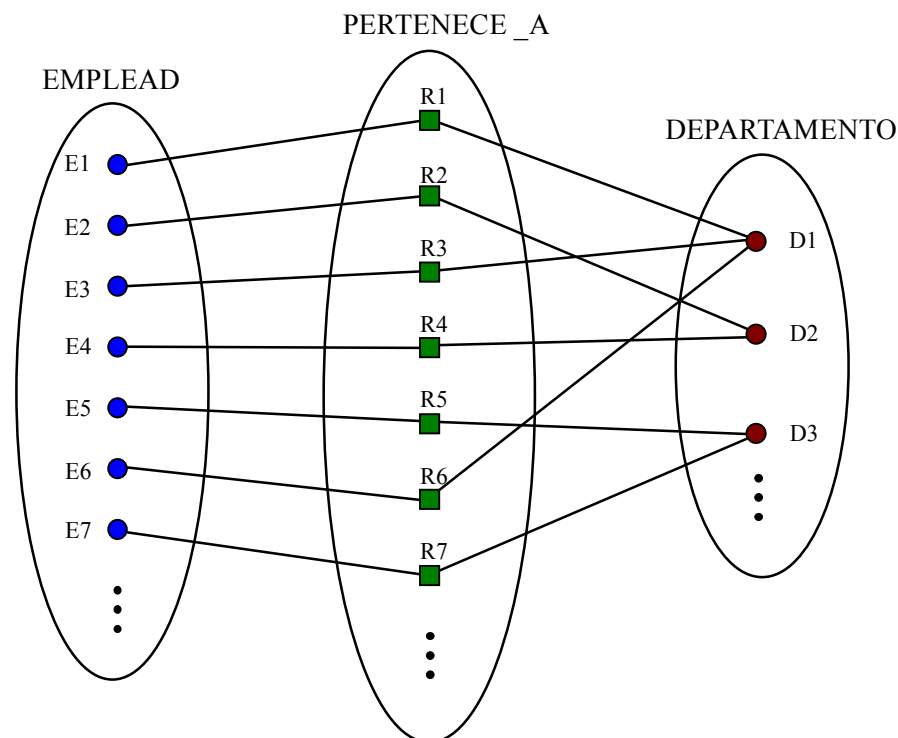
3.1.- DEFINICIÓN

Una **RELACIÓN** es una correspondencia entre entidades, define un conjunto de asociaciones entre entidades.

El **TIPO DE RELACIÓN** será la estructura genérica, la asociación entre dos tipos de entidad englobará las **OCURRENCIAS DE RELACIÓN**, que asociarán ocurrencias de las entidades (Joan Peris pertenece a Contabilidad, Pilar Gomis al de Ventas, ...).

Cada ocurrencia r_i de la relación PERTENECE_A es una asociación entre entidades, donde la asociación incluye UNA y SÓLO UNA ocurrencia de cada tipo de entidad participante en la relación. Cada una de estas ocurrencias r_i representa el hecho de que las entidades que participan en r_i están relacionadas entre sí de alguna manera en la situación correspondiente del minimundo.

En términos gráficos, para la relación binaria PERTENECE_A entre los tipos de entidad EMPLEADO y DEPARTAMENTO sería:



Representaremos la relación por un rombo, con el nombre de la relación en el interior.

Habitualmente será un verbo que describe la relación entre las entidades. Uniremos el rombo con los rectángulos de las entidades por medio de líneas. El nombre de la relación la distingue unívocamente del resto de relaciones (no existen nombres de relación repetidas en un mismo diagrama E/R)

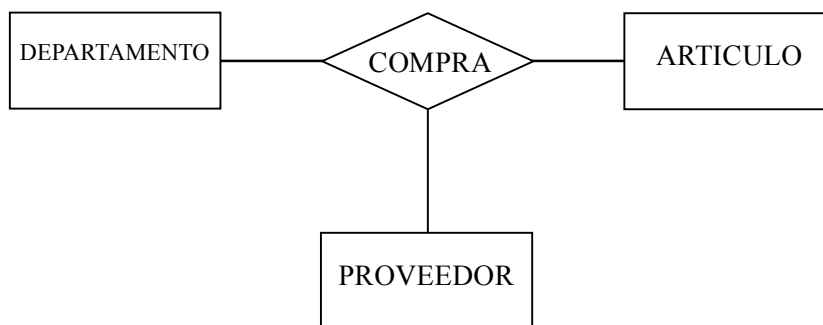


3.2.- GRADO DE UNA RELACIÓN

El grado de una relación es el número de tipos de entidad que participan en un tipo de relación.

En una relación pueden intervenir 1 entidad (Relación Unaria o Monaria), 2 entidades (Binaria), que son las más habituales, 3 entidades (Ternaria), o incluso más.

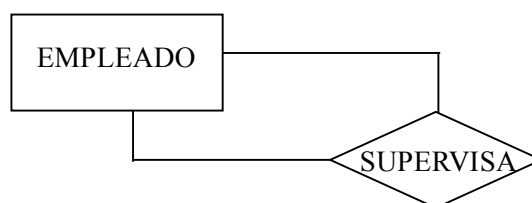
Un ejemplo de relación ternaria sería:



Y una ocurrencia de esta relación podría ser: *Contabilidad compra una calculadora a Distribuciones García, S.L.*

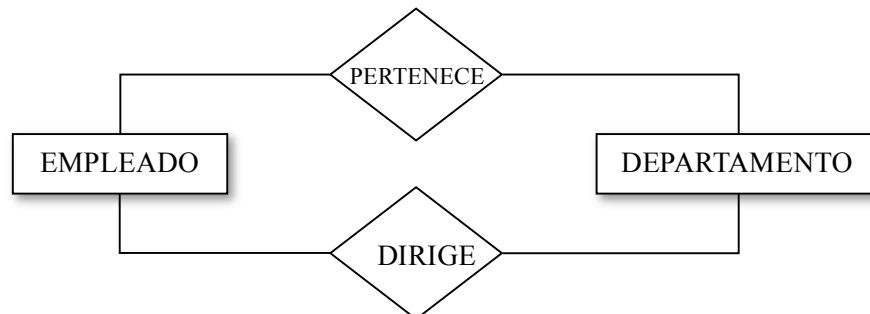
También se puede dar el caso de que nada más intervenga una entidad (Relación Unaria o Monaria). Entonces sería una relación reflexiva.

Por ejemplo, los empleados tiene un supervisor, que también es un empleado de la compañía.

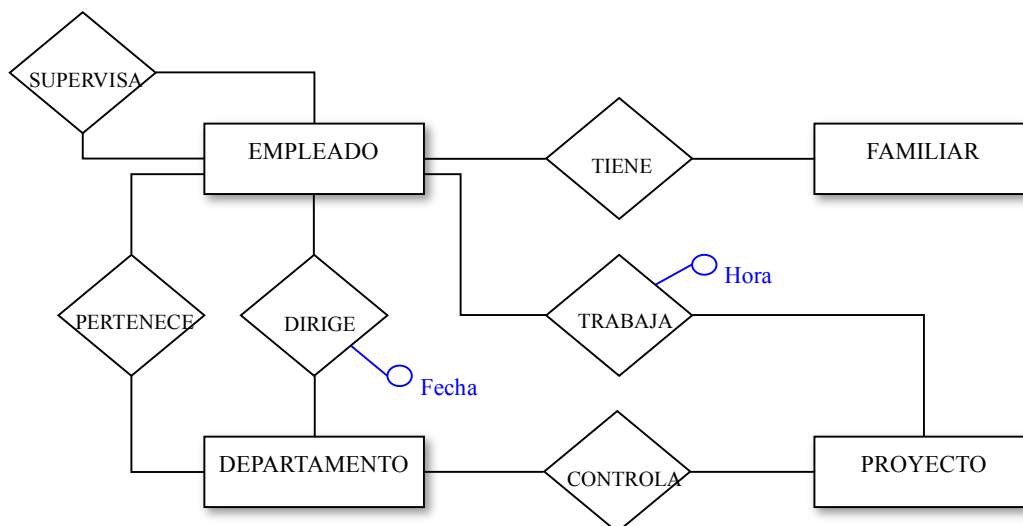


Por último, también se puede dar el caso de que dos entidades tengan entre ellas más de una relación.

En el ejemplo los empleados pertenecen a los departamentos, pero algunos empleados los dirigen, y esta es una relación distinta de la anterior.



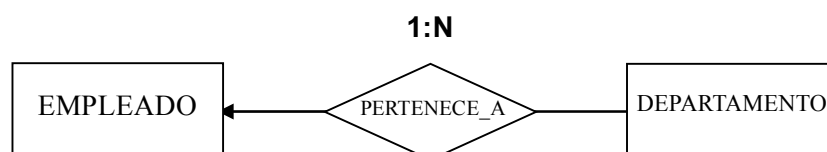
Vamos a mostrar todas las relaciones del ejemplo:



3.3.- TIPOS DE CORRESPONDENCIA.

La **CARDINALIDAD** especifica el número de ocurrencias de una entidad que pueden intervenir en la relación por cada ocurrencia de la otra entidad asociada en la relación.

En el ejemplo una ocurrencia de EMPLEADO (un empleado concreto) sólo puede estar relacionado con una ocurrencia de DEPARTAMENTO (Joan Peris pertenece a Contabilidad, y a ningún otro departamento). En cambio una ocurrencia de DEPARTAMENTO puede estar relacionada con muchas ocurrencias de EMPLEADO (todos los que tiene asignados). Por tanto, la relación PERTENECE_A entre DEPARTAMENTO y EMPLEADO tiene una cardinalidad 1:N (un departamento relacionado con muchos empleados, pero un empleado está relacionado con un único departamento).



o también:



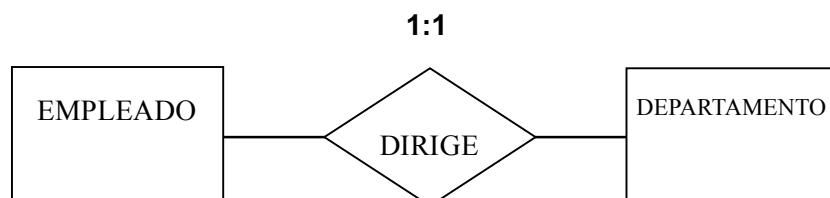
En función de la cardinalidad, las distintas clases de correspondencias que pueden presentarse son:

- **1:1** como máximo una ocurrencia de cada. Por ejemplo la relación DIRIGE (un empleado dirige como mucho un departamento, y un departamento es dirigido por un empleado).
- **1:N** en una entidad una ocurrencia y en la otra muchas.
- **M:N** hay más de una ocurrencia en cada entidad. Por ejemplo la relación TRABAJA (un empleado puede trabajar en más de un proyecto, y en un proyecto puede trabajar más de un empleado).

Para representarlo gráficamente, se realiza de una de las dos formas siguientes, como se muestra en las dos figuras anteriores:

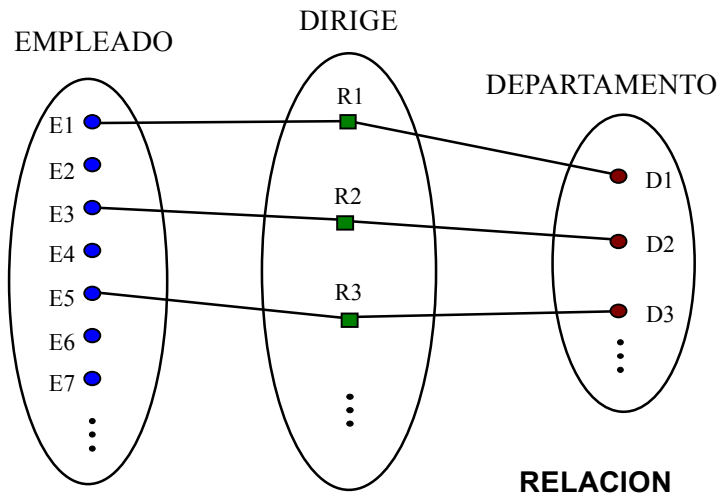
1. Se pone una etiqueta que indique la cardinalidad con la que participa el tipo de entidad en el arco que une la entidad con el rombo que representa el tipo de relación.
2. Se pone una etiqueta (1:1, 1:N, M:N) encima del rombo de la relación y una punta de flecha hacia el tipo de entidad que participa con más de una ocurrencia en la relación.

En la relación 1:1 DIRIGE, hay una *participación parcial* del tipo de entidad EMPLEADO y una *participación total* del tipo de entidad DEPARTAMENTO.

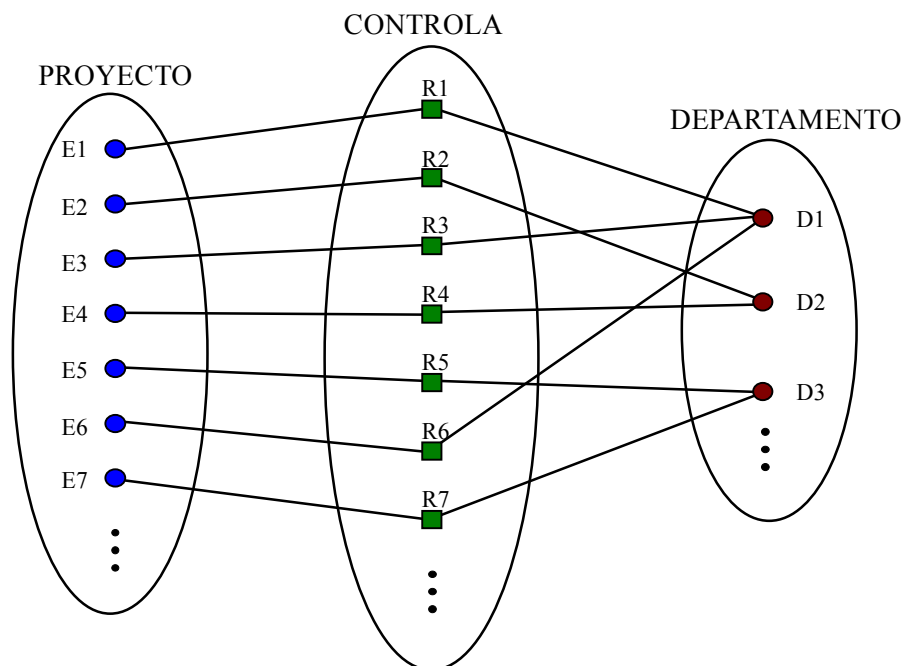
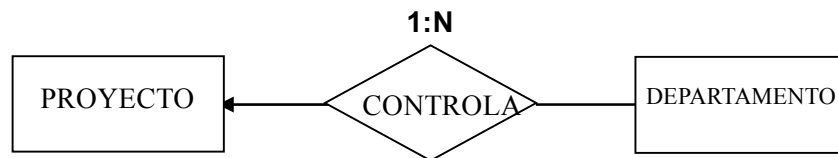


Si observamos la representación de las ocurrencias de los tipos de entidad y de la relación, vemos que las ocurrencias de ambos tipos de entidad participan COMO MÁXIMO en una ocurrencia del tipo de relación que las asocia, por ello la cardinalidad de la relación es 1:1.

La participación parcial del tipo de entidad EMPLEADO se observa porque existen ocurrencias de ese tipo de entidad que no participan en la relación DIRIGE, hay ocurrencias de empleados que no tienen ningún arco hacia alguna ocurrencia de la relación DIRIGE. Por otro lado, del tipo de entidad DEPARTAMENTO, todas sus ocurrencias tienen un arco hacia una ocurrencia del tipo de relación DIRIGE, lo que significa que tiene una participación total.

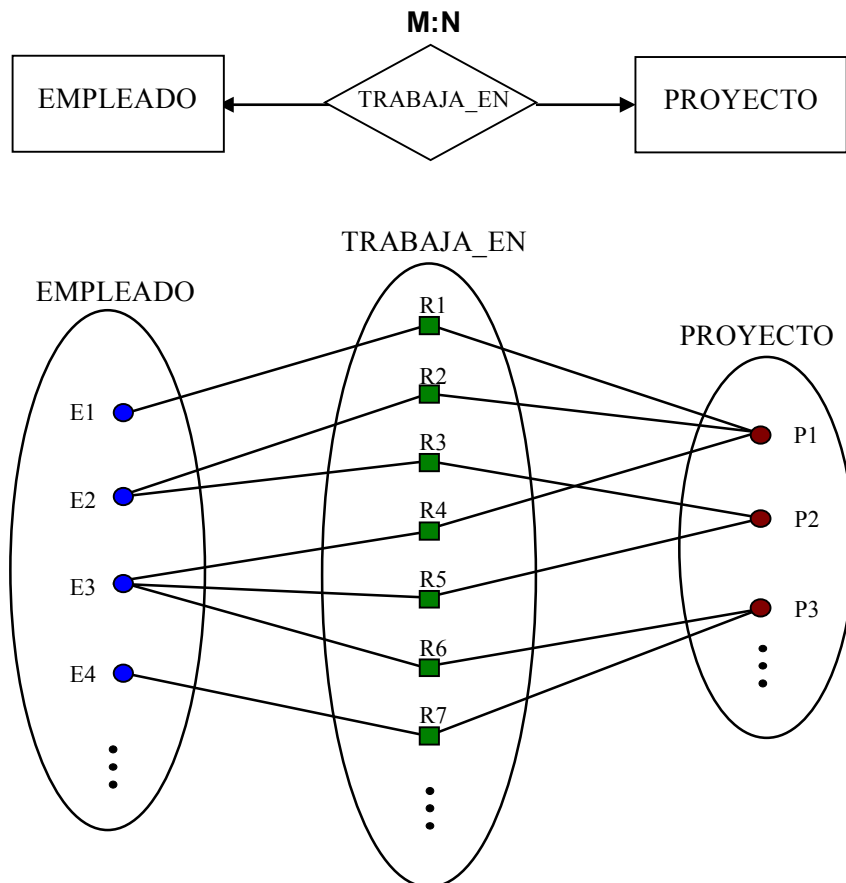


Para el caso de una relación con cardinalidad 1:N la podemos representar en términos de ocurrencias de la siguiente forma:

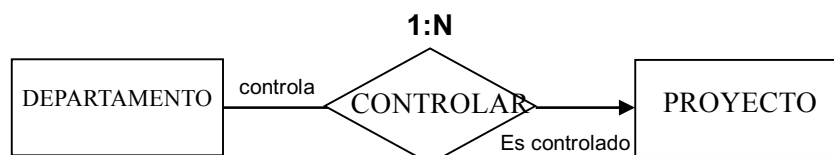


Observamos que las ocurrencias del tipo de entidad PROYECTO participan como máximo en una ocurrencia del tipo de relación CONTROLA, por lo tanto cardinalidad 1, mientras que las ocurrencias del tipo de entidad DEPARTAMENTO participan en más de una ocurrencia del tipo de relación CONTROLA (no todas las ocurrencias tienen que hacerlo, basta con que lo haga una), por lo tanto el tipo de entidad DEPARTAMENTO participa en la relación con una cardinalidad N. Así pues, la cardinalidad del tipo de relación CONTROLA es **1:N**.

Estudiemos ahora el caso de una relación con cardinalidad M:N representada en términos de ocurrencias de la siguiente forma:



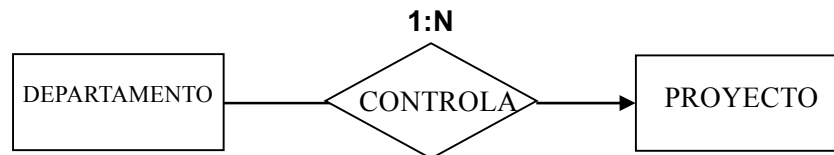
El papel ("rol"), es la función que cada uno de los tipos de entidad realiza en el tipo de relación; se representa poniendo el nombre del papel en el arco que une cada tipo de entidad con el tipo de relación. ***Siempre que no exista ambigüedad se suele prescindir de representar el papel.***



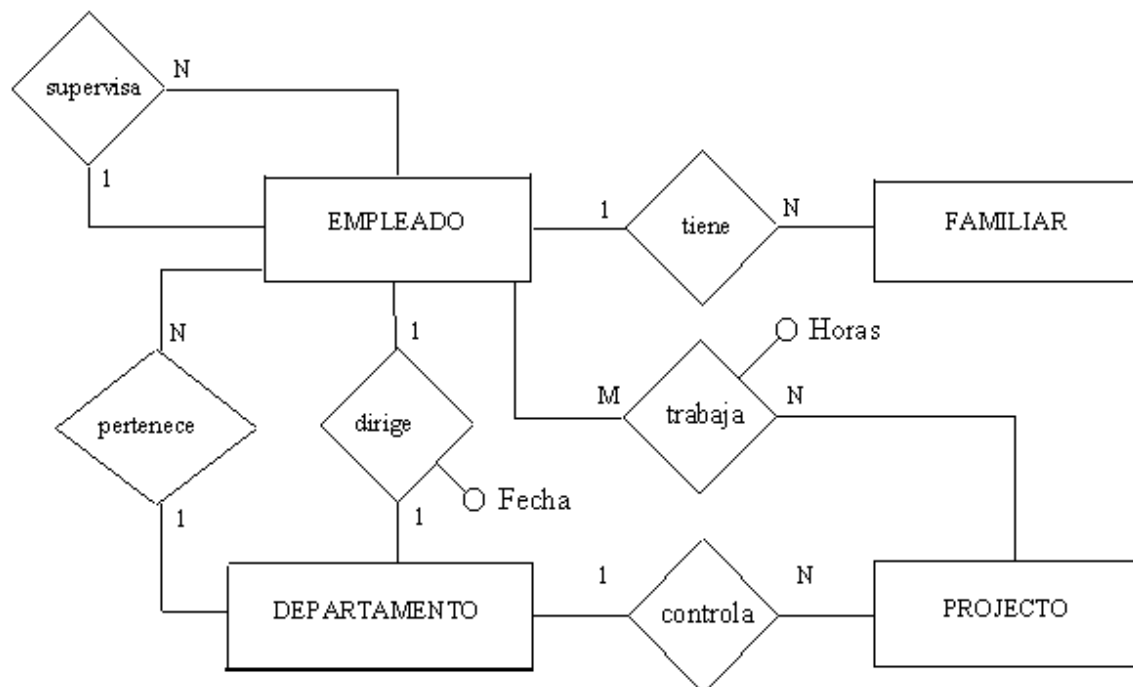
En este ejemplo se lee:

- 1 departamento puede controlar hasta N proyectos.
- 1 proyecto es controlado por 1 departamento.

En este caso no existe ambigüedad en el significado de la relación, por lo que se simplifica la representación gráfica, quedando:



El ejemplo quedaría así:



3.4.- ATRIBUTOS DE UNA RELACIÓN.

Los atributos son cada una de las propiedades o características que tiene un tipo de relación.

Por ejemplo, el número de horas que trabaja un empleado en un proyecto es un atributo de la relación trabaja (no es una propiedad o característica ni de empleado ni de proyecto, sino que aporta información a la relación entre los dos tipos de entidad). También lo podría ser la fecha en la que un empleado comienza a dirigir un departamento.

Consideraciones sobre los atributos de las relaciones, en función de su cardinalidad:

- Cuando una relación 1:N tiene un atributo asociado, el atributo puede llevarse (si se considera oportuno) a la entidad cuya cardinalidad máxima es N.
- Cuando la relación es 1:1, suele ser de interés conservar el atributo en la relación, pues no es una propiedad de ninguno de los dos ejemplares de entidad, sino de la relación entre ellos.

- Los atributos de las relaciones N:M, son propios de la misma y no de las entidades vinculadas por la relación.

4.- MODELO E/R EXTENDIDO.

Lo que hemos visto hasta ahora proporciona una herramienta para describir la realidad muy potente. Pero todavía hay restricciones del mundo real que no podemos representar.

Por ejemplo, de la entidad FAMILIAR no nos interesan todos los familiares del mundo, únicamente los familiares de los empleados. Es más, si un empleado deja de trabajar en la empresa, ya no nos interesan sus familiares.

Otro ejemplo, hemos puesto que la relación DIRIGE es 1:1, y eso nos puede hacer pensar que las dos entidades, EMPLEADO y DEPARTAMENTO, participan exactamente de la misma manera en la relación. Pero no es así, ya que todo departamento tendrá un empleado que lo dirige, pero no todo empleado dirige un departamento.

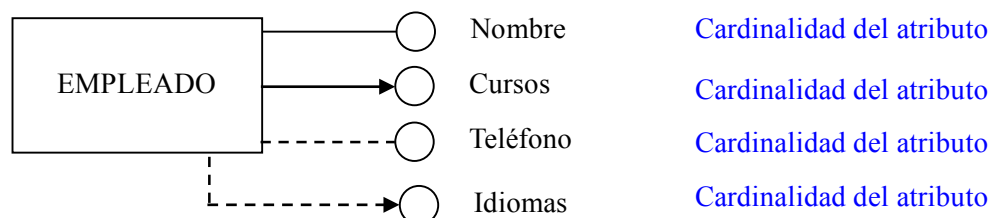
Eso hace que el Modelo E/R se haya ampliado con las aportaciones de más autores, hasta llegar al MODELO ENTIDAD/RELACIÓN EXTENDIDO.

4.1.- RESTRICCIONES

El modelo E/R tiene como restricción inherente que sólo permite establecer relaciones entre entidades, no estando admitidas entre entidades y relaciones ni entre relaciones. Además el modelo obliga a que todas las entidades tengan un identificador.

El modelo E/R permite también atributos **multivaluados** y **opcionales**. En general un atributo toma, para cada ocurrencia de entidad, un único valor de cada dominio, pero también existen atributos que pueden tomar más de un valor, recibiendo el nombre de multivaluados.

La representación de los distintos tipos de atributos es:



Donde:

- Nombre es un atributo univaluado y obligatorio.
- Cursos es un atributo multivaluado.
- Teléfono es un atributo opcional.
- Idiomas es un atributo opcional-multivaluado.

Lo que se representa con símbolo especial (punta de flecha y línea discontinua) es la ausencia de restricción, debido a que lo más habitual es que un atributo sea univaluado y obligatorio.

El modelo E/R no proporciona instrumentos para la declaración de restricciones de condición general, que sólo podrán ser formuladas mediante un lenguaje general de definición de restricciones, o por medio de comentarios que acompañen el diagrama.

4.2.- CARDINALIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA DE UN TIPO DE ENTIDAD.

Las cardinalidades MÁXIMA y MÍNIMA de una entidad que participa en una relación, indican el número máximo y mínimo de ocurrencias de esta entidad que están relacionadas con una ocurrencia de la otra entidad.

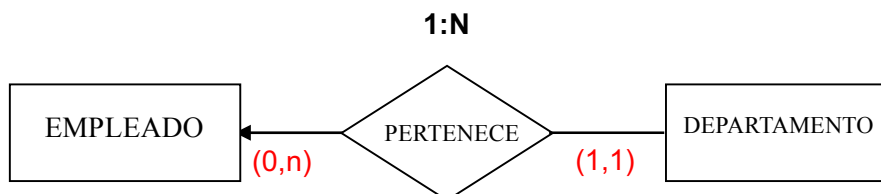
Su representación gráfica es una de las etiquetas del tipo: (0,1), (1,1), (0,n), (1,n).

En el ejemplo:

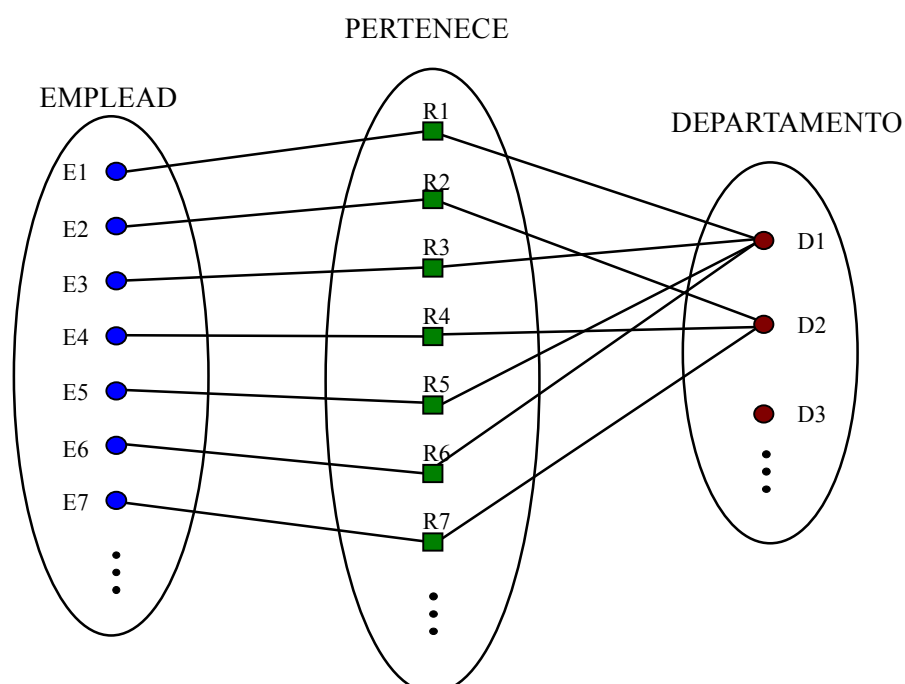


Un empleado puede dirigir 0 o 1 departamento, y un departamento es dirigido (como mínimo y como máximo) por 1 empleado. Las cardinalidades máximas y mínimas de una entidad las pondremos entre paréntesis (card. mínima, card. máxima) al lado de la entidad con la que se relacionan (intercambiadas de lugar). Hay autores que las colocan a la inversa, en la misma entidad.

En la representación gráfica se utiliza la cardinalidad de la relación, o las cardinalidades de las entidades, pero no las dos a la vez, pues es información redundante. La cardinalidad de los tipos de entidad aporta más semántica al modelo que la cardinalidad de las relaciones. En los ejemplos se siguen utilizando ambas, para mostrar como quedaría en cada uno de los casos.



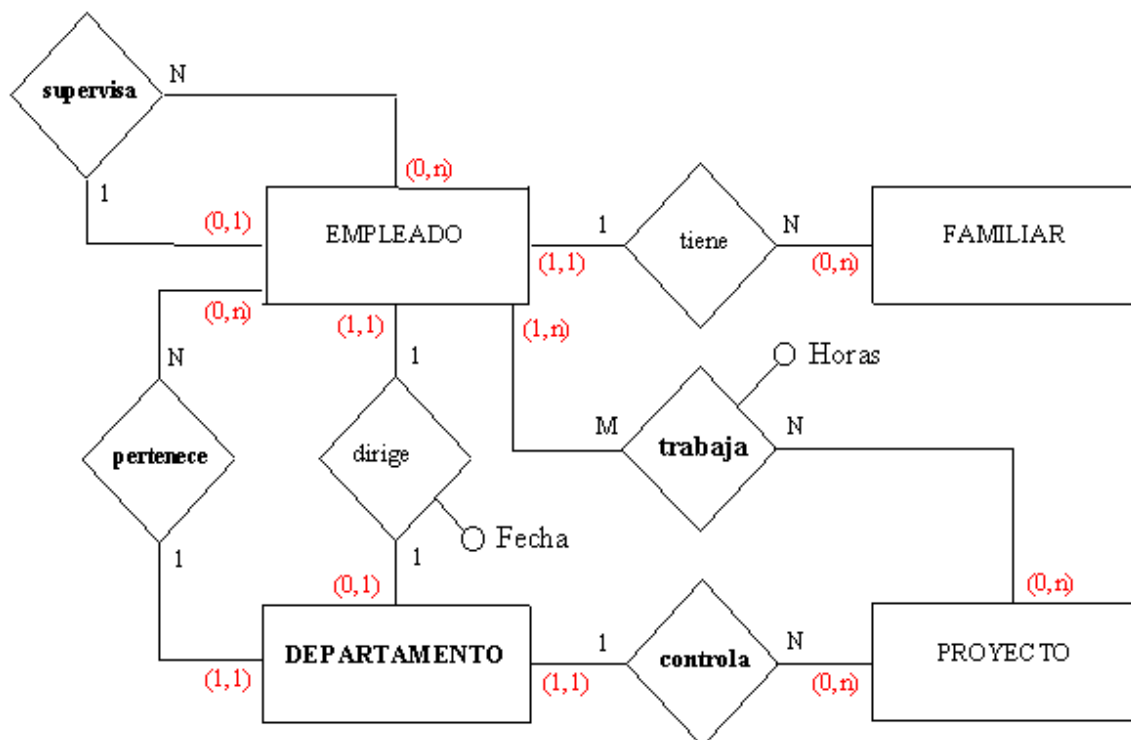
Cuando la cardinalidad mínima de una entidad E que participa en una relación R es 0, se dice que la entidad E tiene una participación parcial en la relación R. Si la cardinalidad mínima de la entidad E en la relación R es 1 se dice que tiene una participación total en la relación R.



En esta relación PERTENECE entre DEPARTAMENTO y EMPLEADO, se ha supuesto que pueden existir DEPARTAMENTOS que (por estar recién creados) no tienen ningún empleado y que todo empleado tiene que pertenecer siempre a un único departamento.

En la relación PERTENECE el tipo de entidad EMPLEADO tiene una participación TOTAL y el tipo de entidad DEPARTAMENTO tiene una participación parcial. Por ello, la cardinalidad mínima de la entidad EMPLEADO es 1 y la cardinalidad mínima de DEPARTAMENTO es 0.

El ejemplo quedará:



Podemos observar que la cardinalidad máxima coincide con el tipo de correspondencia definida por Chen, que proporciona las clases de relaciones. Por tanto, si reflejamos las cardinalidades mínima y máxima no es necesario poner la otra.

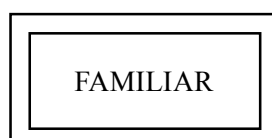
4.3.- ENTIDADES DÉBILES.

No todas las entidades que participan en el modelo E/R son iguales. En las normales, que llamaremos **REGULARES**, las ocurrencias tienen existencia propia.

En cambio, en las entidades **DÉBILES**, la existencia de las ocurrencias depende de la existencia de una ocurrencia de otra entidad, y en consecuencia, si desaparece esta última deben desaparecer también todas aquellas de la entidad débil relacionadas.

Por ejemplo, los familiares de Joan Peris podrían ser [Marta, mujer], [Isabel, hija] y [Marc, hijo]. Si desaparece el empleado Joan Peris habrían de desaparecer también sus familiares.

Las entidades débiles las representaremos encerándolas en un doble rectángulo:



La cardinalidad mínima y máxima de la entidad débil en la relación con la regular de la que depende siempre es (1,1).

4.4.- DEPENDENCIA DE EXISTENCIA.

Existe este tipo de dependencia cuando en una relación está vinculado un tipo de entidad regular con una débil, de forma que las ocurrencias del tipo de entidad dependiente (tipo de entidad débil) no pueden existir sin la ocurrencia de la entidad regular de la que dependen. Si desaparece una ocurrencia de un tipo de entidad regular, todas las ocurrencias de la entidad débil que dependen en existencia de la misma, desaparecen con ella.

Se indica gráficamente añadiendo la etiqueta EX al rombo que representa la relación.

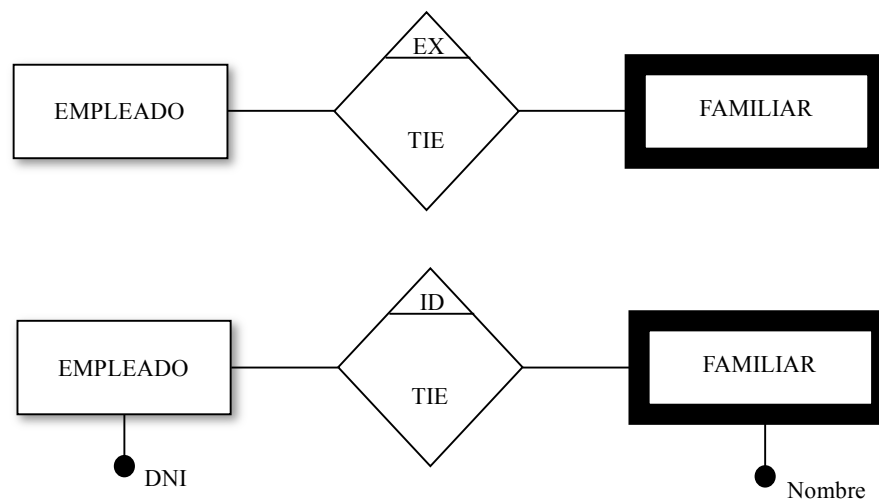
4.5.- DEPENDENCIA DE IDENTIFICACIÓN

Si además de la dependencia de existencia consideramos que para identificar una ocurrencia de la entidad débil nos hace falta la clave de la entidad regular de la cuál depende. Si en una biblioteca tenemos más de un ejemplar de cada libro, tendríamos la entidad LIBRO (donde figuraría toda la información: título, autor, editorial,...) y otra que sería EJEMPLAR. Para identificar un determinado ejemplar necesitaremos el código del libro más el número de ejemplar. Esta dependencia, todavía más restrictiva que la de existencia, la denominaremos DEPENDENCIA DE IDENTIFICACIÓN.

Se indica gráficamente añadiendo la etiqueta ID al rombo que representa la relación.

Una dependencia en identificación es siempre una dependencia en existencia (no ocurre lo contrario).

En nuestro ejemplo, si consideramos que para identificar la entidad FAMILIAR es suficiente con el atributo Nombre, será de existencia (para el caso de una pequeña compañía en la que no se espera repeticiones de nombres). Si consideramos que no es suficiente, será de identificación y la clave principal será el DNI del empleado más el Nombre del familiar.



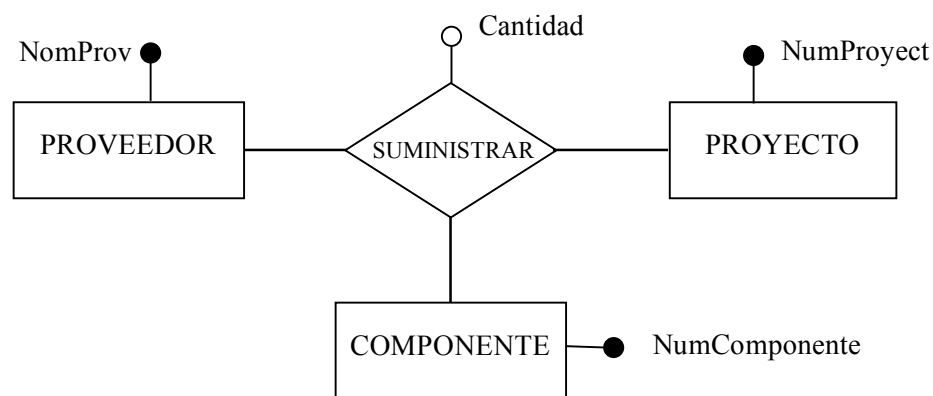
4.6.- RELACIONES DE GRADO MAYOR QUE 2.

En general, un tipo de relación ternaria representa más información que tres tipos de relaciones binarias.

A menudo resulta difícil decidir si un cierto tipo de relación se debe representar como un tipo de relación de grado n o si se debe descomponer en varios tipos de relaciones de grado menor. El diseñador debe basar su decisión en la semántica o significado de la situación específica que se va a representar.

Algunas de las herramientas que se emplean en el diseño de Bases de Datos tienen su fundamento en variaciones del modelo ER que sólo permiten relaciones binarias. En este caso, las relaciones ternarias se deben representar como tipos de entidades débiles, sin clave principal y con tres relaciones binarias con restricción de Identificación. Una entidad débil así generada se identifica mediante la combinación de los identificadores de sus tres entidades propietarias provenientes.

Ejemplo:

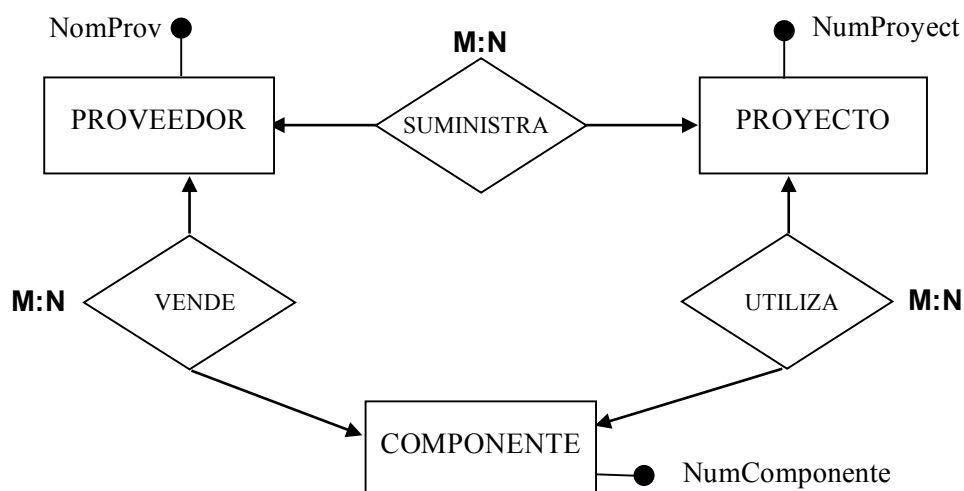


Esta relación ternaria tiene dos posibles descomposiciones:

- A).- Tres relaciones binarias entre los tipos de entidad existentes
- B).- Crear una entidad débil a la que se asocian, con restricción de identificación, los tres tipos de entidad existentes mediante relaciones binarias.

Estas dos descomposiciones quedarían de la siguiente forma:

DESCOMPOSICIÓN A

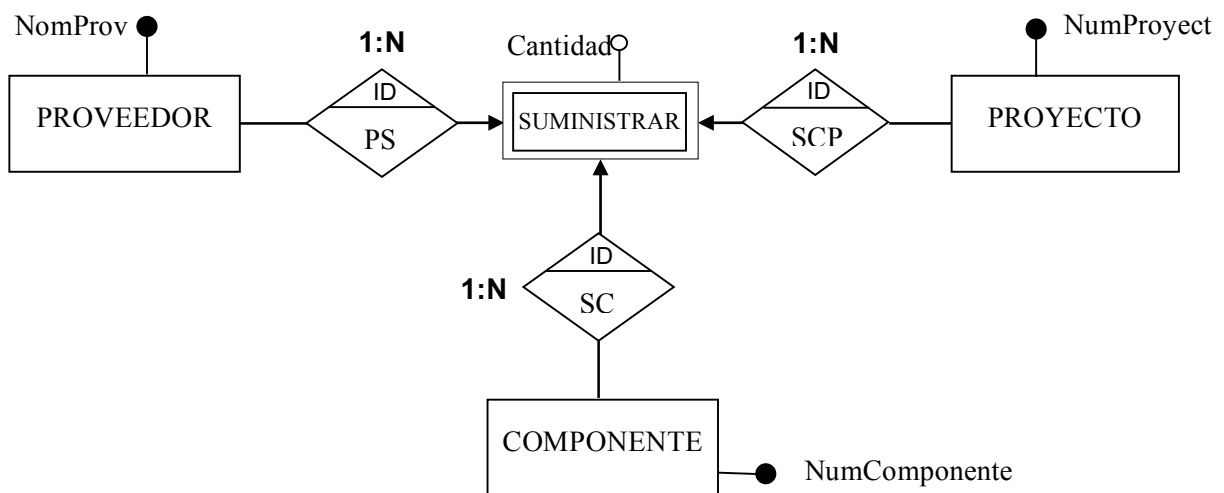


Así puede haber una ocurrencia: Proyecto A utiliza una grabadora, otra: Distribuciones García, S.L. suministra al Proyecto B, y otra más: Que Distribuciones García, S.L. suministra calculadoras.

Pero en estas circunstancias no se puede afirmar que la grabadora utilizada por el Proyecto A, la haya suministrado Distribuciones García, S.L. Puede haber sido suministrada a otro proveedor, y lo que le compra a Distribuciones García son bolígrafos (aunque que Distribuciones García también venda grabadoras).

Con esta descomposición queda evidente que tres tipos de relaciones binarias no son equivalentes a la relación ternaria SUMINISTRAR.

DESCOMPOSICIÓN B



4.7.- GENERALIZACIÓN / ESPECIALIZACIÓN

La jerarquía de generalización/especialización, en el modelo ERX, se considera como un caso especial de relación entre varios tipos de entidad (subtipos) y un tipo más general (supertipo) cuyas características son comunes a todos los subtipos. La relación que se establece entre los subtipos y el supertipo corresponde a la noción de “es un” o más precisamente “es un tipo de”.

La aparición de estas jerarquías en el modelado de datos puede surgir de dos formas distintas:

- Generalización.** Dos o más tipos de entidad comparten varios atributos, de donde se deduce la existencia de un tipo de entidad de nivel superior (supertipo) que contiene los atributos comunes a todos los subtipos.
- Especialización.** Se observa que un tipo de entidad tiene ciertos atributos que tienen sentido para unos ejemplares pero no para otros, por lo que es conveniente definir uno o varios subtipos que contengan estos atributos, dejando en el supertipo los que son comunes.

Por lo tanto, si nos movemos de los subtipos hacia el supertipo, se trata de una generalización; mientras que si primero identificamos el supertipo y, a partir de él, llegamos a los subtipos, se trata de una especialización.

Puede ocurrir que se formen jerarquías a más de un nivel donde un subtipo es, a su vez, supertipo de otros.

En este tipo de abstracción, los atributos comunes a todos los subtipos (incluidos los identificadores) se asignan al supertipo, mientras que los atributos específicos se asocian al subtipo al cual pertenecen. Del mismo modo, las relaciones que afectan a todos los subtipos se asocian al supertipo, dejándose para los subtipos las relaciones específicas en las que sólo participa el correspondiente subtipo.

Restricciones semánticas:

- Si un mismo ejemplar del supertipo puede pertenecer a más de un subtipo habrá SOLAPAMIENTO.
- Si sólo puede pertenecer a uno de los subtipos habrá exclusividad, se dice entonces que es DISJUNTA la generalización/especialización.
- Si todo el ejemplar del supertipo tiene que pertenecer necesariamente a algún subtipo, se dirá que es TOTAL.
- Si por otro lado no tiene la obligatoriedad de pertenecer a algún subtipo, se dirá que es PARCIAL.

La representación gráfica de las restricciones semánticas se realiza colocando junto a la entidad supertipo, una etiqueta que indique si es una especialización / generalización TOTAL ó PARCIAL y DISJUNTA ó SOLAPADA: (T,D), (T,S), (P,D), (P,S).

En nuestro ejemplo podríamos refinar la entidad EMPLEADO en JEFE, ADMINISTRATIVO y TRABAJADOR.

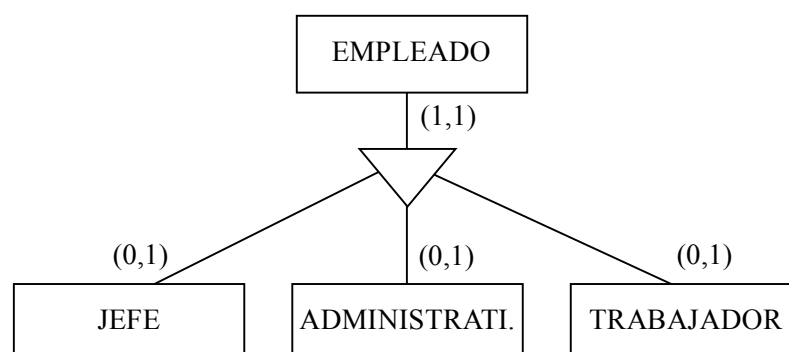
Empleado sería el SUPERTIPO o SUPERCLASE y las demás los SUBTIPOS. EMPLEADO sería la GENERALIZACIÓN de las otras. Y las otras serían la ESPECIALIZACIÓN de EMPLEADO.

Así, como cualquier empleado es de uno de los tres tipos, las cardinalidades serán (1,1) para la superclase, y (0,1) para las subclases. Representaremos esta relación por un triángulo, que se leerá como “es-un”.

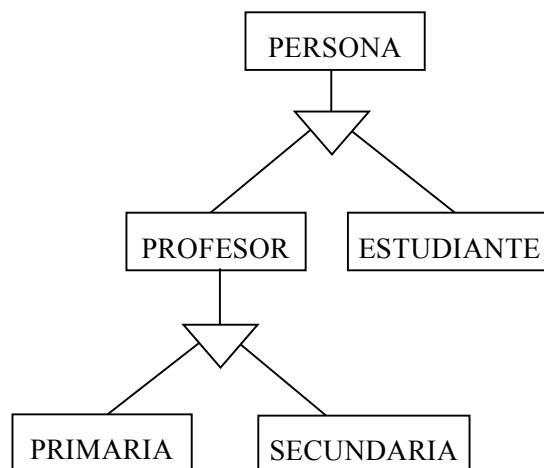
Así, en esta figura se lee:

Un empleado es-un:

- Jefe, o
- Es-un Administrativo, o
- Es-un Trabajador



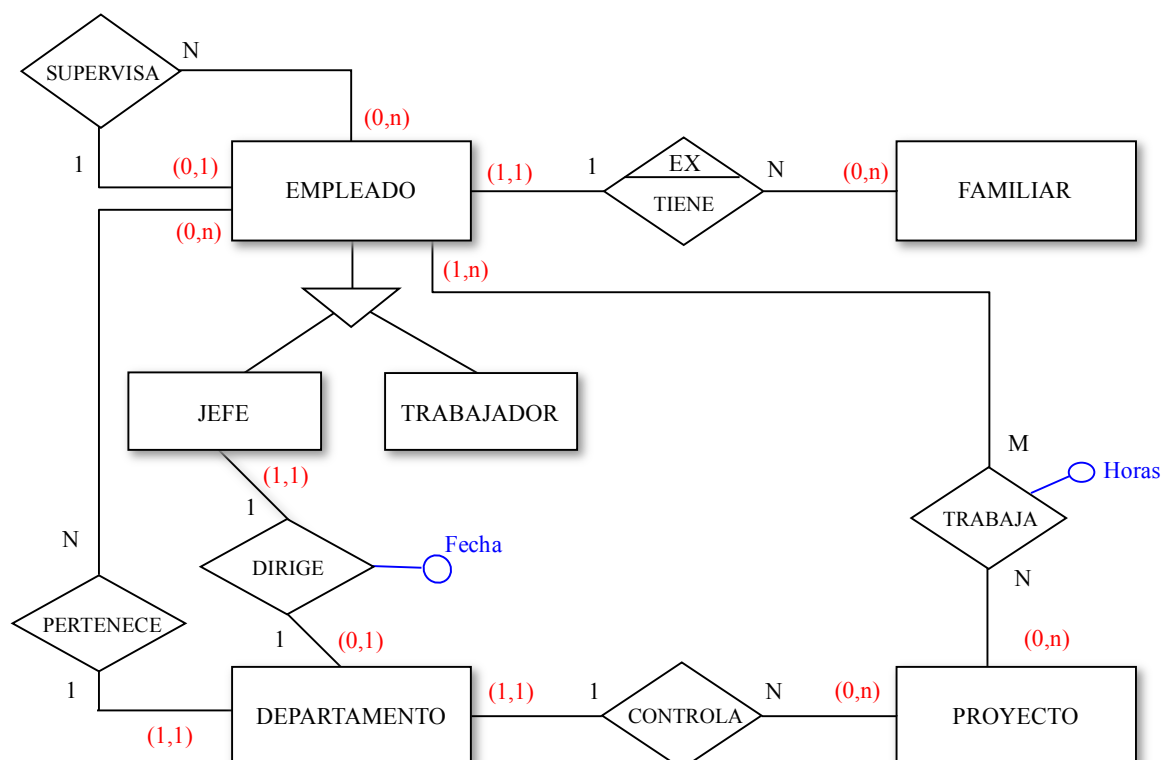
Un ejemplo de jerarquía de especializaciones sería:



Un aspecto importante de esta situación es la HERENCIA, que consiste en que *los subtipos heredarán los atributos del supertipo*, de manera que *no es necesario repetirlos*. Únicamente se han de añadir los atributos específicos de la subclase (en JEFE podríamos añadir la dirección del departamento o cualquier otra cosa de interés; en ADMINISTRATIVO el número de pulsaciones por segundo o conocimientos de informática, en TRABAJADOR si admite la realización de horas extra, etc.).

Así pues, los atributos comunes a los subtipos (incluidos los identificadores) se asignan al supertipo, mientras que los atributos específicos se asocian al subtipo correspondiente. Del mismo modo, las relaciones que afectan a los subtipos se asocian al supertipo, dejándose para los subtipos las relaciones específicas en las que el correspondiente subtipo, pero sólo él, participa.

Veamos como quedaría el ejemplo, considerando únicamente los subtipos JEFE y TRABAJADOR de EMPLEADO.

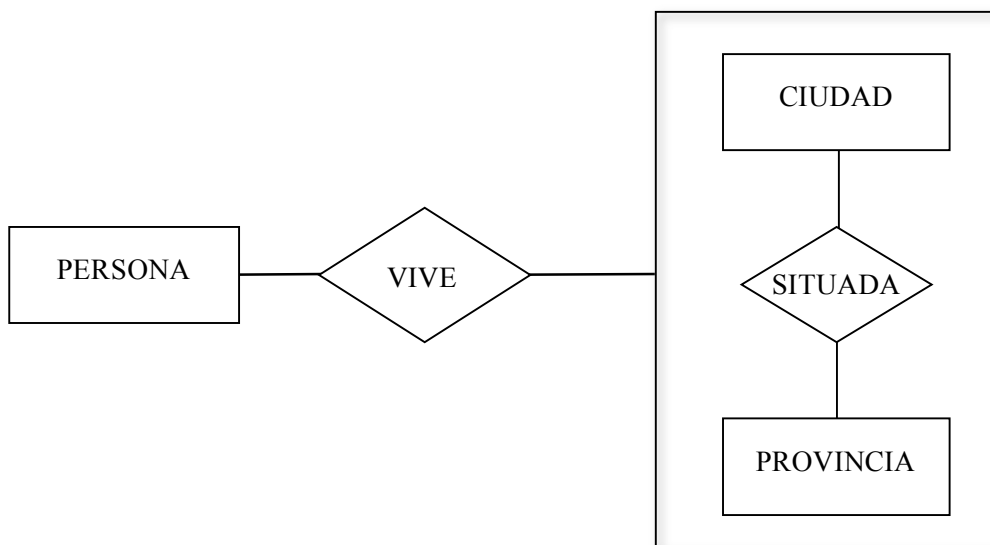


4.8.- ENTIDADES AGREGADAS

Representan conjuntos de entidades que establecen una relación con otra (otras), en ocasiones sirven para cambiar una relación ternaria y sustituirla por dos binarias.



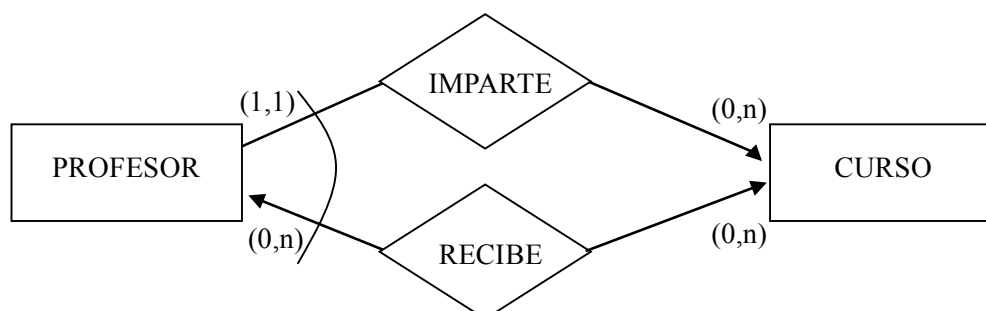
Pero, un LUGAR será una ciudad, pueblo, casa etc. situada en una provincia. Si sustituimos la entidad LUGAR quedará:



4.9.- RESTRICCIONES DE LAS RELACIONES

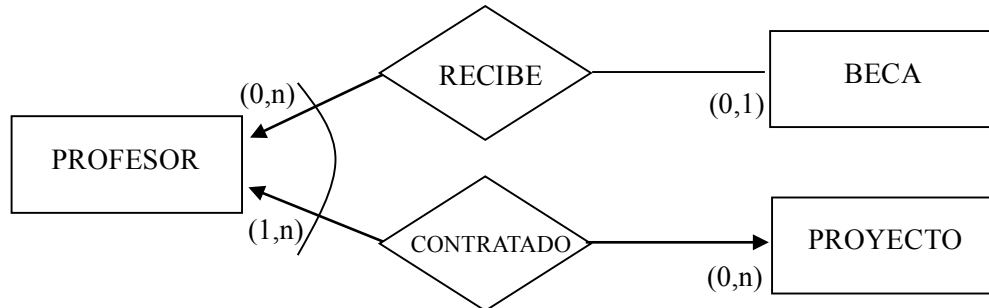
4.9.1.- RESTRICCIÓN DE EXCLUSIVIDAD

Decimos que dos (o más) tipos de relación tienen una restricción de exclusividad con respecto a un tipo de entidad que participa en ambas relaciones cuando cada ocurrencia de dicho tipo de entidad sólo puede pertenecer a uno de los dos tipos de relación, pero en el momento que pertenezca a uno ya no podrá formar parte del otro.



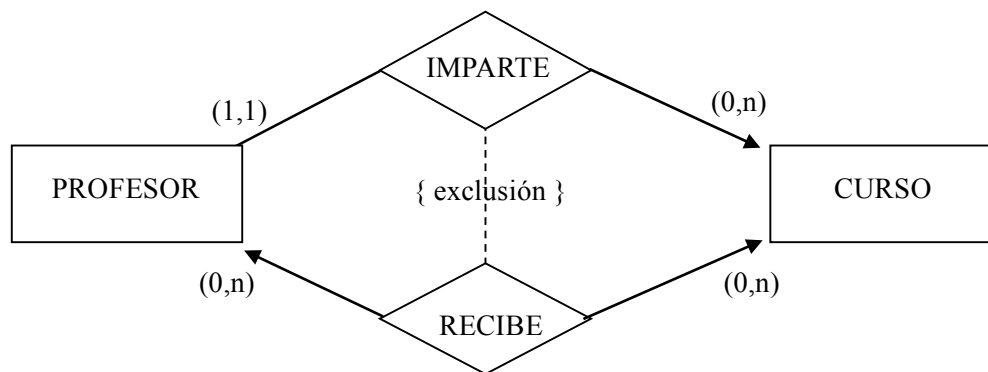
Este ejemplo podría representar la restricción de un profesor de universidad que si tiene la categoría de doctor puede impartir cursos, mientras que si no la tiene, sólo puede recibirlos.

El arco indica que las relaciones son exclusivas. No es obligatorio que las relaciones exclusivas lo sean respecto al mismo tipo de entidad, sino que podrían serlo respecto a distintos tipos.



4.9.2.- RESTRICCIÓN DE EXCLUSIÓN

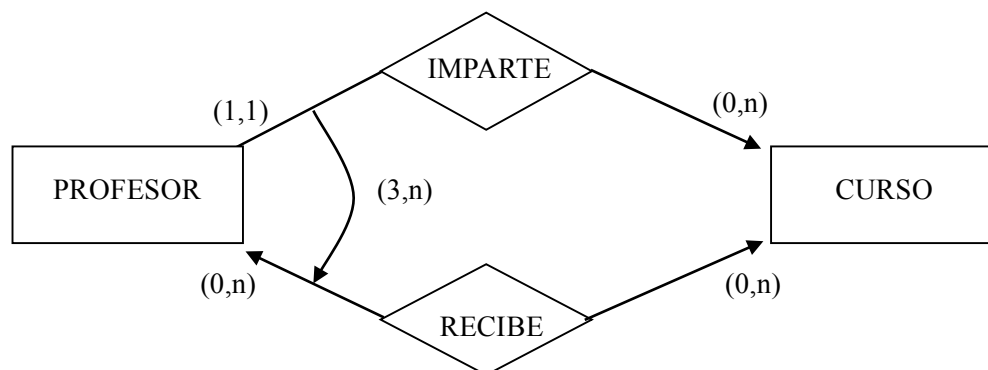
Todo profesor que esté unido a un ejemplar de curso mediante la relación imparte, no podrá estar unido al mismo ejemplar de curso mediante la relación recibe.



Si un profesor, ya doctor, puede matricularse en cursos, y a su vez pueda recibir otros. En este caso, se restringe a que reciba el mismo curso que imparte.

4.9.3.- RESTRICCIÓN DE INCLUSIVIDAD

Toda ocurrencia de un tipo de entidad que participa en uno de los tipos de relación tiene necesariamente que participar en la otra.



Si un profesor participa en la relación IMPARTE tiene que participar necesariamente en la relación RECIBE.

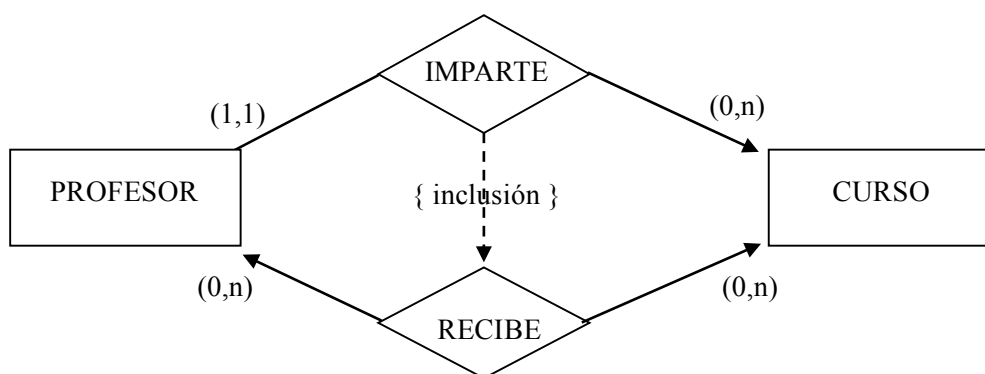
Sólo puede impartir clases en el programa de doctorado aquellos profesores que hayan realizado al menos 3 cursos dentro del programa.

La cardinalidad sobre la flecha de inclusividad (3,n), indica el número mínimo y máximo de cursos que tiene que recibir un determinado profesor para que se le permita impartir cursos.

4.9.4.- RESTRICCIÓN DE INCLUSIÓN

“Si un profesor imparte un curso es porque previamente ha tenido que recibir dicho curso”.

Toda ocurrencia del tipo de entidad PROFESOR que esté unido a una ocurrencia del tipo de entidad CURSO mediante la relación IMPARTE, tiene necesariamente que estar unido a la misma ocurrencia del tipo de entidad CURSO mediante la relación RECIBE.



5.- OTRAS NOTACIONES DEL MODELO E/R

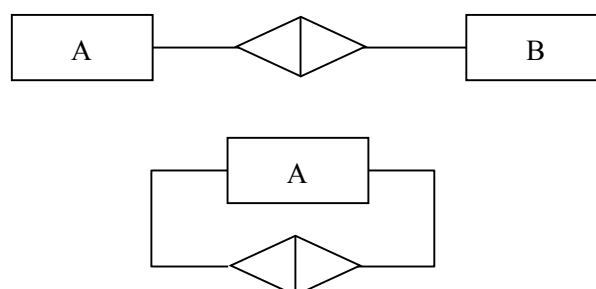
Existen diversas notaciones del modelo E/R, todas coinciden en representar las entidades mediante rectángulos, pero difieren a la hora de representar las relaciones y las cardinalidades, vamos a exponer algunas:

Una de las notaciones más utilizadas, representa las relaciones mediante un polígono de n lados, siendo n el número de entidades que participan en la relación, salvo para las unarias y las binarias que se representan mediante un rombo

Relaciones Unarias y Binarias:

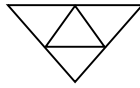


Ejemplos:

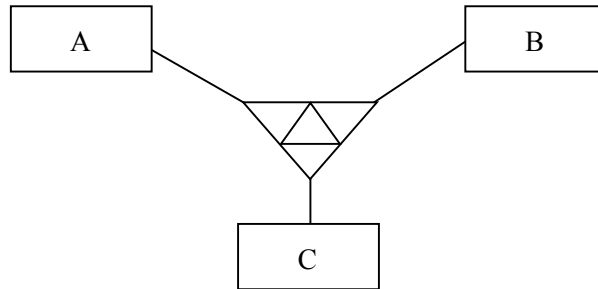


Relaciones Ternarias:

RELACIÓN



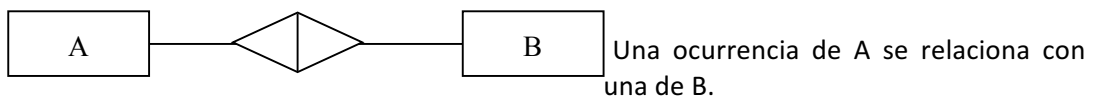
Ejemplos:



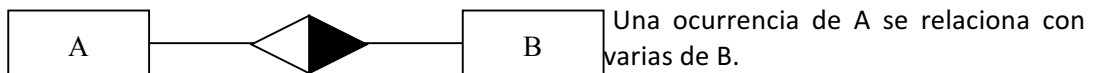
Las cardinalidades máximas se representan sombreando la parte del rombo (o del polígono) situada más cerca de la entidad (o entidades) que participa en la relación con una cardinalidad máxima.

EJEMPLOS:

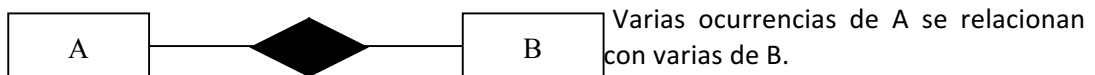
- Relación binaria uno a uno



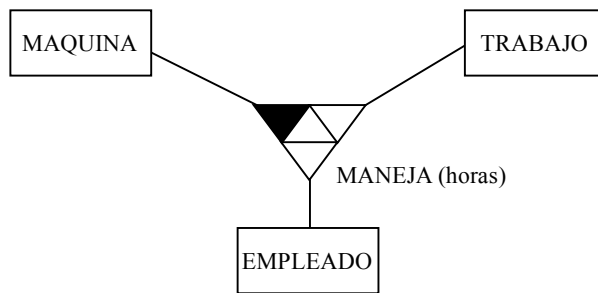
- Relación binaria uno a muchos



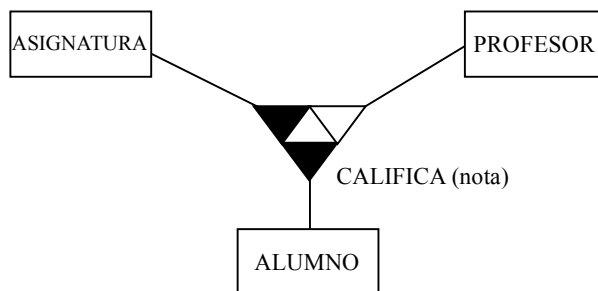
- Relación binaria muchos a muchos



- Ternarias



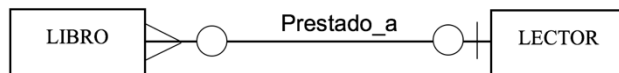
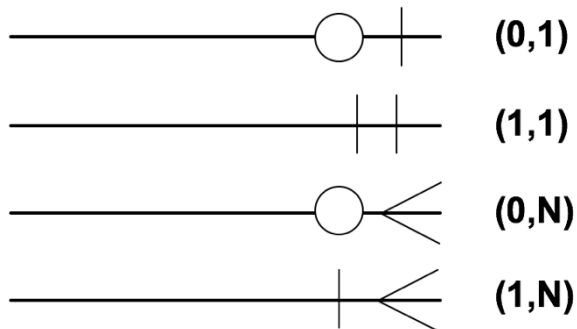
Un empleado para realizar un trabajo maneja MUCHAS máquinas durante X horas cada una.



Un profesor califica a muchos alumnos en varias asignaturas.

Notación de Martin :

Representación de la cardinalidad:



Cero ó N libros son prestados a Cero ó UN lector, es decir, un libro puede no estar prestado o, si lo está, es a un solo lector, el cual puede tener 0 o muchos libros en préstamo.