

Novática, revista fundada en 1975 y decana de la prensa informática española, es el órgano oficial de expresión y formación continua de ATI (Asociación de Técnicos de Informática), organización que edita también la revista REICIS (Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software). **Novática** co-edita asimismo UPGRADE, revista digital de CEPIS (Council of European Professional Informatics Societies), en lengua inglesa, y es miembro fundador de UPENET (UPGRAD European NETwork).

<<http://www.ati.es/novatica/>>
 <<http://www.ati.es/reicis/>>
 <<http://www.upgrade-cepis.org/>>

ATI es miembro fundador de CEPIS (Council of European Professional Informatics Societies) y es representante de España en IFIP (International Federation for Information Processing); tiene un acuerdo de colaboración con ACM (Association for Computing Machinery), así como acuerdos de vinculación o colaboración con AdaSpain, AIZ, ASTIC, RITSI e Hispalinux, junto a la que participa en Prolnova.

Consejo Editorial
 Ignacio Aguiló Sousa, Guillem Aitina González, María José Escalona Cuaresma, Rafael Fernández Calvo (presidente del Consejo), Jaime Fernández Martínez, Luis Fernández Sanz, Didac López Viñas, Celestino Martín Alonso, José Onofre Montesa Andrés, Francesc Noguera Puig, Ignacio Pérez Martínez, Andrés Pérez Payeras, Viktu Pons i Colomer, Juan Carlos Vigo López

Coordinación Editorial
 Llorenç Pagés Casas <pages@ati.es>
Composición y autoedición
 Jorge Llácer Gil de Ramales
Traducciones
 Grupo de Lengua e Informática de ATI <<http://www.ati.es/gt/lengua-informatica/>>
Administración
 Tomás Brunete, María José Fernández, Enric Camarero, Felicidad López

Secciones Técnicas - Coordinadores
Acceso y recuperación de la información
 José María Gómez Hidalgo (Optenei), <jmgomez@optenei.com>
 Manuel J. María López (Universidad de Huelva), <manuel.maria@diesta.uhu.es>
Administración Pública electrónica
 Francisco López Crespo (MAE), <flc@ati.es>
Arquitecturas
 Enrique F. Torres Moreno (Universidad de Zaragoza), <enrique.torres@unizar.es>
 Jordi Tubella Morgadas (DAC-UPC), <jordit@ac.upc.edu>
Auditoría SITIC
 Marina Tourinho Toloño, <marinatourinho@marinatourinho.com>
 Manuel Palao García-Suñto (ASIA), <manuel@palao.com>
Derecho y tecnologías
 Isabel Hernández Collazos (Fac. Derecho de Donostia, UPV), <isabel.hernandez@ehu.es>
 Elena Davara Fernández de Marcos (Davara & Davara), <edavara@davara.com>
Enseñanza Universitaria de la Informática
 Cristóbal Fariña Flores (DSIC-UM), <cfari@dsic.um.es>
 J. Ángel Velázquez Turbide (DLSI, URJC), <angel.velazquez@urjc.es>
Entorno digital personal
 Andrés Marín López (Univ. Carlos III), <amarin@it.uc3m.es>
 Diego Gachet Pérez (Universidad Europea de Madrid), <dgachet@uem.es>
Estandares Web
 Encarna Quesada Ruiz (Virati), <encarna.quesada@virati.com>
 José Carlos del Arco Prieto (TCP Sistemas e Ingeniería), <jcarco@gmail.com>

Gestión del Conocimiento
 Joan Berge Solé (Cap Gemini Ernst & Young), <joan.baiget@ati.es>
Informática y Filosofía
 José Ángel Olivares Varela (Escuela Superior de Informática, UCLM), <joaseangel.olivares@uclm.es>
 Karim Gherab Martin (Harvard University), <kgherab@gmail.com>
Informática Gráfica
 Miguel Chover Salles (Universitat Jaume I de Castellón), <chover@lsi.uji.es>
 Roberto Vivó Hernando (Eurographics, sección española), <rivo@dsic.upv.es>
Ingeniería del Software
 Javier Dolado Cosin (DLSI-UPV), <dolado@si.ehu.es>
 Daniel Rodríguez García (Universidad de Alcalá), <daniel.rodriguez@uah.es>
Inteligencia Artificial
 Vicente Boti Navarro, Vicente Julián Inglada (DSIC-UPV), <vbotti.vinglada@dsic.upv.es>
Interacción Persona-Computador
 Pedro M. Latorre Andrés (Universidad de Zaragoza, AIPO), <platorre@unizar.es>
 Francisco L. Gutiérrez Vela (Universidad de Granada, AIPO), <fgutierrez@ugr.es>
Lengua e Informática
 M. del Carmen Ugarte García (IBM), <cugarte@ati.es>
Lenguajes Informáticos
 Oscar Belmonte Fernández (Univ. Jaime I de Castellón), <bellem@lsi.uji.es>
 Inmaculada Coma Taly (Univ. de Valencia), <inmaculada.coma@uv.es>
Lingüística computacional
 Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo), <xgg@uvigo.es>
 Manuel Palomar (Univ. de Alicante), <mpalomar@dlsi.ua.es>
Mundo estudiantil y jóvenes profesionales
 Federico G. Mon Trotti (RITSI), <gmon.fede@gmail.com>
 Mikel Salazar Peña (Área de Jóvenes Profesionales, Junta de ATI Madrid), <mikelbbo_uni@yahoo.es>

Profesión Informática
 Rafael Fernández Calvo (ATI), <rftcalvo@ati.es>
 Miguel Sarrías Grillo (Ayto. de Barcelona), <msarries@ati.es>
Redes y servicios telemáticos
 José Luis Marzo Lázaro (Univ. de Girona), <joseluis.marzo@ugd.gub.es>
 Juan Carlos López López (UCLM), <juancarlos@uclm.es>
Robótica
 José Cortés Arenas (Sopra Group), <joscortas@gmail.com>
Seguridad
 Javier Arellio Bertolin (Univ. de Deusto), <jarellio@eside.deusto.es>
 Javier López Muñoz (ETSII Informática-UMA), <jlm@cc.uma.es>
Sistemas de Tiempo Real
 Alejandro Alonso Muñoz, Juan Antonio de la Puente Alfaro (DIT-UPM), <faalonso.jpunte>
Software Libre
 Jesús M. González Barahona (GSVC-URJC), <jgb@gsvc.org>
 Israel Herráiz Tabernerro (UAEX), <isra@herraz.org>

Tecnología de Objetos
 Jesús García Molina (DIS-UM), <jmolina@um.es>
 Gustavo Rossi (LFIA-UNLP, Argentina), <gustavo@sol.info.unlp.edu.ar>
Tecnologías para la Educación
 Juan Manuel Doderro Beardo (UC3M), <doderro@inf.uc3m.es>
 César Pablo Córcoles Briogio (UOC), <ccorcoles@uoc.edu>
Tecnologías y Empresa
 Didac López Viñas (Universidad de Girona), <didac.lopez@ati.es>
 Francisco Javier Cantas Sánchez (Indra Sistemas), <fcantas@gmail.com>
Tendencias tecnológicas
 Alonso Álvarez García (TID), <aal@tid.es>
 Gabiél Martí Fuentes (Interbits), <gabi@atinet.es>
TIC y Turismo
 Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga), <gaguayo.guevara@cc.uma.es>

Las opiniones expresadas por los autores son responsabilidad exclusiva de los mismos. **Novática** permite la reproducción, sin ánimo de lucro, de todos los artículos, a menos que lo impida la modalidad de copyright elegida por el autor, debiéndose en todo caso citar su procedencia y enviar a **Novática** un ejemplar de la publicación.

Coordinación Editorial, Redacción Central y Redacción ATI Madrid
 Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid
 Tlf. 91 4029391; fax 91 3099685 <novatica@ati.es>
Composición, Edición y Redacción ATI Valencia
 Av. del Reino de Valencia 23, 46005 Valencia
 Tlf./fax 963330392 <secreval@ati.es>
Administración y Redacción ATI Cataluña
 Via Laietana 46, ppal. 1º, 08003 Barcelona
 Tlf. 93 4125235; fax 93 4127713 <secregen@ati.es>
Redacción ATI Aragón
 Legasica 3, 3º-B, 50006 Zaragoza
 Tlf./fax 976235181 <secreara@ati.es>
Redacción ATI Andalucía <secreand@ati.es>
Redacción ATI Galicia <secregal@ati.es>
Suscripción y Ventas <<http://www.ati.es/novatica/interes.html>>, ATI Cataluña, ATI Madrid
Publicidad
 Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid
 Tlf. 91 4029391; fax 91 3099685 <novatica@ati.es>
Imprenta: Derra S.A., Juan de Austria 66, 08005 Barcelona
Depósito legal: B. 15.149.1973 - ISSN: 0211-2124 - CODEN NOVAVE
Portada: El devorador de fantasmas - Concha Arias Pérez / © ATI
Diseño: Fernando Agresta / © ATI 2003

editorial

El valor que aportan las asociaciones de profesionales de las TIC a la sociedad > 02

La Junta Directiva General de ATI

en resumen

Los próximos 20 años de Internet > 02

Llorenç Pagés Casas

Actividades de ATI

Nueva Junta Directiva General de ATI > 03

Noticias de IFIP

Reunión del TC6 (Communication Networks) > 03

Ramon Puigjaner Trepal

monografía

Internet de las cosas

(En colaboración con UPGRADE)

Editores invitados: Germán Montoro Manrique, Pablo Haya Coll y Dirk Schnelle-Walka

Presentación. Internet de las cosas: De los sistemas RFID a las aplicaciones inteligentes > 06

Pablo A. Haya Coll, Germán Montoro Manrique, Dirk Schnelle-Walka

Middleware semántico orientado a recursos para entornos ubicuos > 09

Aitor Gómez-Goiri, Mikel Emaldi Manrique, Diego López de Ipiña

El método Mundo - Un enfoque ascendente mejorado de ingeniería informática de sistemas ubicuos > 17

Daniel Schreiber, Erwin Aitenbichler, Marcus Ständer, Melanie Hartman, Syed Zahid Ali, Max Mühlhäuser

Desarrollo Dirigido por Modelos aplicado a la Internet de las cosas > 24

Vicente Pelechano Ferragud, Joan Josep Fons Cors, Pau Giner Blasco

Memorias digitales de objetos en la Internet de las cosas > 31

Michael Schneider, Alexander Kröner, Patrick Gebhard, Boris Brandherm

Explicaciones Ubicuas: Soporte al usuario en cualquier momento y en cualquier lugar > 37

Fernando Lyardet, Dirk Schnelle-Walka

secciones técnicas

Acceso y recuperación de la información

Medidas técnicas de protección del menor en Internet > 42

José María Gómez Hidalgo, Guillermo Cánovas Gaillemín, José Miguel Martín Abreu

Empresa y Tecnologías

La paradoja de la incertidumbre: ¿cuándo menos significa más? > 49

Darren Dalcher

Enseñanza Universitaria de la Informática

Uso de recursos online y rendimiento académico del alumnado > 55

José Miguel Blanco Arbe, Jesús Ibáñez Medrano, Ana Sánchez Ortega

Lenguajes informáticos

Historia de los algoritmos y de los lenguajes de programación > 60

Entrevista a Ricardo Peña Marí

Seguridad

La física cuántica en rescate de la seguridad y privacidad de la información en el siglo XXI > 64

Javier Arellio Bertolin

Referencias con firma > 68

sociedad de la información

La Forja

Creación de un Clúster de Alta Disponibilidad con software libre (enunciado) > 75

Miguel Vidal López, José Castro Luis

Programar es crear

Triangulo de Pascal y la Potencia Binomial > 76

(Competencia UTN-FRC 2010, problema E, enunciado)

Julio Javier Castillo, Diego Javier Serrano

asuntos interiores

Coordinación Editorial / Programación de Novática / Socios Institucionales > 77

Monografía del próximo número:
"Ingeniería del Software en proyectos de e-Learning"

Miguel Vidal López, José Castro Luis

Grupo GSyC/Libresoft, Universidad Rey Juan Carlos

<{fmvidal,jfcastrog}@libresoft.es>

Creación de un Clúster de Alta Disponibilidad con software libre

Este es el enunciado de un nuevo desafío relacionado con el Software Libre que planteamos en esta sección "La Forja".

1. Qué es un Clúster de Alta Disponibilidad?

Un *clúster* HA (*High Availability*) es un sistema orientado a ofrecer y garantizar servicios en Alta Disponibilidad, es decir, con un alto grado de fiabilidad y de continuidad operativa. Se basa en máquinas redundantes (o nodos) que asumen el servicio cuando algún componente del sistema falla.

Un *clúster* HA debe ser capaz de detectar cualquier fallo de hardware o de software (desde denegación de servicio o bloqueo del sistema operativo hasta problemas a nivel de aplicación), reiniciar la aplicación en otro nodo y mantener el servicio sin intervención de operador alguno, garantizando la integridad de los datos del *clúster*. Incluso puede ser capaz de reiniciar físicamente un nodo bloqueado y reconstruir el *clúster*.

A menudo este proceso incluye otras operaciones previas automatizadas, como montar el sistema de ficheros, asignarse la IP, etc.

Un *clúster* HA está compuesto de *nodos maestros* (donde normalmente se ejecuta el servicio) y *nodos esclavos o pasivos* (que despliegan los servicios en el caso de que el nodo maestro falle).

El propósito de los *clusters* HA es eliminar los *Puntos Únicos de Fallo* (*Single Point of Failure*, SPoF), mediante redundancia a todos los niveles, desde el hardware hasta el almacenamiento o las conexiones de red. Para mantener la redundancia, la integridad y el control del *clusters* sobre los recursos es fundamental no hacer nada sobre los nodos que no pueda ser replicado, pues podrían crearse inconsistencias. Toda modificación de la configuración de los recursos debe hacerse mediante los agentes de recurso del *clúster*.

1.1. Tipos de configuración

El tamaño más habitual de un *clúster* HA es de dos nodos, ya que es el mínimo exigido para disponer de redundancia. Los dos configuraciones más comunes en los *clusters* de dos nodos son activo/pasivo y activo/activo.

Un *clúster activo/activo* es aquel en el que todos los nodos se encuentran dando servicio. Se diferencia de un *clúster activo/pasivo* en que en esta última configuración hay un solo nodo dando servicio, mientras que el nodo pasivo contiene instancias totalmente



Copyright © 2010 Miguel Vidal López, José Castro Luis. Esta presentación se publica bajo la licencia "Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 3.0 España" disponible en <<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.es>>.

Resumen: Este artículo introduce los conceptos básicos para entender y crear un *clúster* de Alta Disponibilidad (HA) con dos nodos en modo activo/activo. Se utilizará Linux-HA, un producto de software libre multiplataforma basado en el concepto RAS (Reliability, Availability, Serviceability). En una segunda parte, se resolverá el desafío propuesto al final de este artículo, y se expondrá el despliegue del *clúster* HA y su gestión básica.

Palabras clave: Alta disponibilidad, Corosync, clusters, HA, Heartbeat, High Availability, Linux.

redundantes que solo se ponen en línea si el nodo activo falla.

La ventaja del *clúster* activo/activo es que permite aprovechar mucho mejor los recursos físicos. Permite también repartir mejor la carga entre los nodos, que asumirán cualquier servicio (o la instancia completa) si cualquiera de ellos falla. Por contra es más complejo de configurar.

1.2. Linux HA

Linux-HA es una de las soluciones libres (*open source*) que nos permite implementar un *clúster* HA. Está formado por diversos componentes, entre los que cabe destacar un demonio denominado Heartbeat (que proporciona los servicios de comunicación y membresía del *clúster*) y un CRM (*Cluster Resource Manager*), llamado Pacemaker, que se encarga de iniciar o detener los recursos a los que queremos dotar de alta disponibilidad.

Existen también los agentes de recursos que gestiona *pacemaker*, donde se establecen diversas políticas, como la prioridad donde ejecutar el servicio, *timeouts*, orden y dependencias entre recursos, acciones a adoptar tras un fallo, etc.

Finalmente, Corosync, derivado del proyecto Open-AIS, nos ofrece una infraestructura de comunicación del *clúster* completa y criptográficamente segura.

2. Conceptos básicos

2.1. Failover

Se denomina *failover* a la capacidad de recuperarse de un fallo desplegando los servicios en otro nodo. "*Clusters HA*" y "*failover clusters*" son expresiones equivalentes.

2.2. Heartbeat

Es el pulso o "latido" mediante el cual se mantiene la comunicación entre los nodos del *clúster*. Si el nodo activo no responde al latido, el nodo pasivo toma el control y despliega de inmediato los servicios replicados. Por lo general, se implementa mediante una conexión de red privada (dedicada) entre los nodos. El proceso que se encarga del latido recibe el nombre de *corosync*.

2.3. Split-brain

Un *split-brain* se produce cuando los enlaces de red que unen a los nodos entre sí caen, pero los nodos siguen operando. Se dice entonces que el *clúster* se ha "partido". En ese caso, cada nodo puede decidir erróneamente que es el único nodo activo e iniciar servicios que otros nodos mantienen en ejecución. Esta duplicación de instancias es una de las condiciones más graves de un *clúster* y que puede causar corrupción de datos en sistemas de almacenamiento compartido.

2.4. Quorum

El *quorum* (un mecanismo para prevenir el *split-brain*) consiste en asignarle un voto a cada nodo, y permitirle operar si obtiene mayoría de votos. Con un *clúster* de dos nodos, la mayoría son dos votos, por lo que no es posible activar el *quorum*.

2.5. Stonith

Usamos el módulo STONISH ("*Shoot The Other Node In The Head*") como un método automático de recuperación para desbloquear un nodo rápidamente, evitando que un administrador deba realizar la operación de forma manual.

Para ello, configuramos iDRAC (el control de acceso remoto de Dell) para permitir órdenes IPMI vía LAN. Ambos nodos se "apun-

tan" uno al otro: al detectar que un nodo está caído, el otro nodo le enviará un comando "reset" vía la interfaz IPMI.

El agente de recurso STONISH debe correr de forma obligatoria en el nodo contrario, para evitar que un nodo pueda llegar a "dispararse" a sí mismo.

3. El desafío

A continuación se propone a los lectores un desafío, que se resolverá en la siguiente entrega de la revista.

El desafío consiste en exponer el esquema de red necesario para garantizar que nunca va a

producirse un *split-brain* en un *clúster* HA activo/activo de dos nodos.

Los nodos del *clúster* comparten almacenamiento importando volúmenes lógicos a través de una interfaz Fiber Channel y ofrecen un servicio de base de datos a través de las IPs del *clúster*.

El diseño de la red debe garantizar que el cliente de las bases de datos no escribirá simultáneamente en la unidad de almacenamiento compartido, evitando de esta manera el *split-brain*.

El *clúster* estará dentro de una *zona desmi-*

litarizada (DMZ). Por esta razón los rangos de IPs serán privados.

Referencias

- Linux HA.** <http://www.linux-ha.org/wiki/Main_Page>.
- Pacemaker.** <http://clusterlabs.org/wiki/Main_Page>.
- Dejan Muhamedagic, Yan Gao.** CRM CLI tool. <http://www.clusterlabs.org/doc/crm_cli.html>.
- Listas de correo lists.linux-ha.org.** <<http://lists.linux-ha.org/mailman/listinfo/linux-ha>>.
- Mercurial Repositories.** Código fuente: <<http://hg.linux-ha.org>>.

Programar es crear

Julio Javier Castillo, Diego Javier Serrano

Laboratorio de Investigación de Software MsLabs, Dpto. Ing. en Sistemas de Información, Facultad Regional Córdoba - Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)

<jotacastillo@gmail.com>, <diegojserrano@gmail.com>

Triangulo de Pascal y la Potencia Binomial

Este es el enunciado del problema E de los planteados en la Segunda Competencia de Programación de la Facultad Regional de Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRC), Argentina, celebrada el 24 de noviembre de 2010.

Nivel del problema: Sencillo

El triángulo de Pascal en matemáticas es un conjunto de números enteros ordenados en forma de triangular de acuerdo con la **figura 1**.

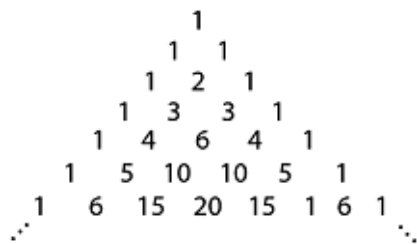


Figura 1. Triángulo de Pascal

Aunque Pascal fue el que lo hizo más conocido, el triángulo se conocía desde el siglo XI. Su interés en el Algebra y en Combinatoria radica en la simplicidad para encontrar los llamados "coeficientes binomiales".

El Triángulo se construye de la siguiente manera: escribimos el número "1" centrado en la parte superior; después, se escriben una serie de números "1" en las casillas situadas en sentido diagonal descendente, a ambos lados; sumamos las parejas de cifras situadas horizontalmente (1 + 1), y el resultado (2) lo escribimos debajo de dichas casillas; continuamos el proceso escribiendo en las casillas

inferiores la suma de las dos cifras situadas sobre ellas (1 + 2 = 3), y así sucesivamente.

Por otra parte, la expresión generalizada de la potencia del binomio (a+b) es ésta:

$$(a + b)^n = \sum_{k=0}^n F(n, k) a^{n-k} b^k$$

, y $0 \leq k \leq n; n, k \in \text{Naturales}$

Donde F(n,k) está dada por el cálculo del siguiente triángulo (ver **figura 1**), donde n es el nivel, y k es la posición en el triángulo, ambos empiezan desde 0 :

Así, por ejemplo: F(0,0)=1; F(1,1)= 1; F(2,1) = 2; y F (3,2) = 3.

De esta manera, el problema consiste en el cálculo de $(a + b)^n$. Para ello cada caso de prueba será una terna de números: a , b, y n; y como salida se deberá obtener un numero entero resultado de computar $(a + b)^n$, luego un espacio " ", y a continuación los coeficientes binomiales del n-esimo nivel del triángulo de Pascal.

Entrada: Por cada caso de prueba se reciben tres números

enteros: a, b, y n, correspondientes a la formula 1 dada inicialmente. Donde siempre tendremos que $n \leq 10$, y que $0 \leq a, b \leq 4$.

Salida:

Por cada caso de prueba se debe imprimir el valor de $(a + b)^n$, seguido de un espacio " " y luego los coeficientes binomiales del n-esimo nivel del triángulo.

Ejemplo:

Entrada:

1 2 3
2 3 5

Salida:

27 1 3 3 1
3125 1 5 10 10 5 1

Nota del editor

La solución del problema de nivel 'Complejo' "Mi número de Erdos" cuyo enunciado planteamos en la sección "Programar es crear" del número anterior queda pendiente de publicación por razones de falta de espacio.

¡El desafío de **Novática 208** sigue también en pie!