

Estudio de técnicas de Ingeniería de Tráfico basadas en SDN

Study of SDN Traffic Engineering techniques

Betegón García, Miguel¹
`miguel.betegon@alumnos.unican.es`

Junio, 2018

¹Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación



1. COMPROBAR QUE FUNCIONA BIEN CON UNA SEGUNDA PANTALLA, QUE SE MUESTRAN LAS NOTAS EN UNA Y LA PRESENTACIÓN EN OTRA.
2. COMPROBARLO CON LAS PANTALLAS DE LA PRESENTACIÓN (MI ORDE NO TIENE VGA, PREGUNTAR SI HAY HDMI Y LLEVAR EL MIO POR SI ACASO)
3. EN LA TERMINAL, \$: pdfpc main.pdf - -notes=right
4. https://bugs.kde.org/show_bug.cgi?id=152585
5. ESTOY COMPILANDO DESDE OVERLEAF CON XUALATEX. CON XELATEX PUEDE FUNCIONAR CREO, PERO CON PDFLatex no. PDFLatex no entiende la fuente (fira) y utiliza las suyas
6. CUIDADO, SE ME PONE EL TEXTO DE COLOR BLANCO Y NO SE VE, ES CULPA DE USAR NOTAS (PFGPAGES) Y XELATEX
7. SI USO TODOS SE JOROBA LA FUENTE Y DA ERRORES. POR ESO HE PUESTO EL TEXTO QUE NO ES DE NOTAS SINO DE COSAS PARA CAMBIAR DE LAS DIAPOSITIVAS EN ROJO
8. ECHAR UN OJO A LA PORTADA, POR SI NO PRESENTARÁ EN JUNIO (Pone Junio, 2018)

1. Introducción
2. Ámbito de trabajo
3. Definición del escenario de aplicación
4. Routing multicamino con balanceador de carga
5. Implementación
6. Conclusiones y líneas futuras



1. Son los capítulos del trabajo, el índice hace de "Estructura de proyecto".

Introducción

Las redes definidas por software (SDN) surgen a principios de 2010 **por necesidad**:

- La mayoría de las redes tradicionales fueron diseñadas para aplicaciones cliente-servidor que se ejecutan en una infraestructura no virtualizada.

SDN se ha establecido en la adultez temprana como un producto conocido.

Es una realidad que muchas de las empresas y proveedores de servicios de todo el mundo ya han adoptado.



1. NO son la solución a un problema sin resolver sino que resuelven de una forma mas eficiente que las soluciones tradicionales.
2. SDN ha crecido más allá de su adolescencia y euforia prematura...
3. NO es una próxima novedad en el horizonte de la creación de redes...

Rohit Mehra y Brad Casemore en su previsión sobre SDN publicada en 2016:

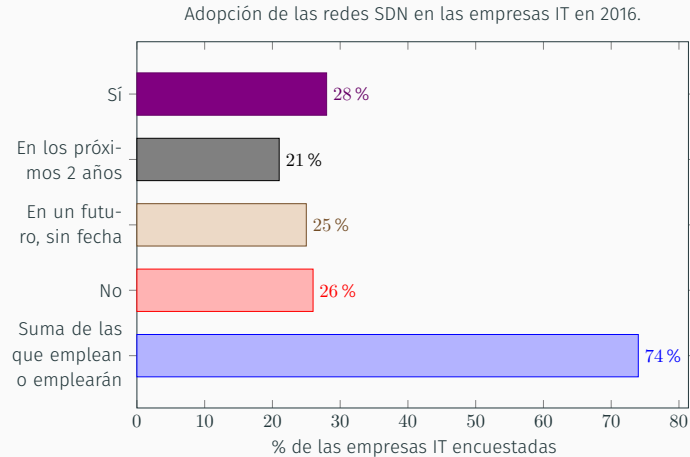
“ Virtualization, cloud, mobility, and now the Internet of Things (IoT) have exposed the limitations of traditional network architectures and operational models.

”



1. VER SI AÑADO ESTA DIAPO O NO, DECIDIRLO CUANDO TENGA TODAS LAS DIAPOS HECHAS, PARA VER SI SON DEMASIADAS. OCUPARÍA 15 SEGUNDOS EXPLICAR ESTA DIAPO, POR TIEMPO NO HABRÍA PROBLEMA

Motivación y objetivos III



Fuente: Channel Insider Networking - Michael Vizard

1. Debido a la creciente demanda en las redes, en estos años se ha visto una evolución en el mercado de SDN.
2. Es por esto y por el TFG DE RUBEN que surge el proyecto.



OBJETIVOS

- » Exponer dos casos de uso real de las redes SDN.
- »» Aplicar técnicas de ingeniería de tráfico en dichos casos.
- »»» Implementarlos en Mininet haciendo uso del controlador **Ryu** y un script en **Python**.



1. COMPROBAR QUE LOS TITULOS DE ESTAS DIAPOS ESTÁN BIEN: I, II, III, IV, V, ...

Ámbito de trabajo

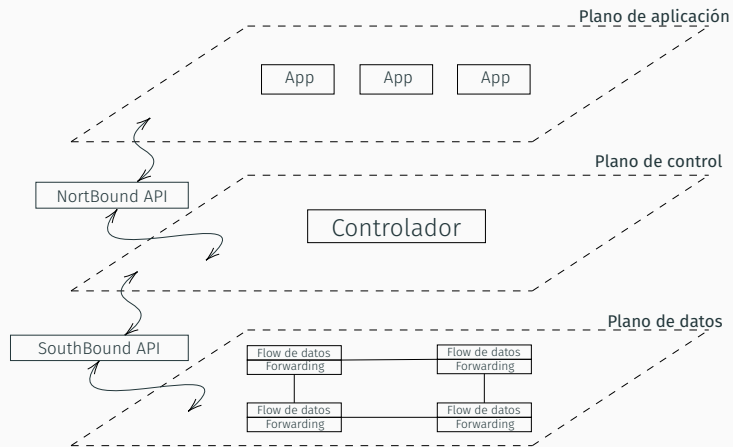


Figura 1: Arquitectura de alto nivel SDN.

1. La Open Networking Foundation define una arquitectura de alto nivel para SDN con tres capas o planos principales, como se muestra en la figura.
2. SDN separa Plano de Control - Plano de Datos
3. Simplifica la operación en el plano de datos -> dispositivos de red menos costosos.
4. Centraliza el control (toma de decisiones) en la red.
5. Programabilidad de la red, administración simplificada y autónoma.
6. Estimula la aplicación \Rightarrow abre mercados y oportunidades para todo el sector.
7. [COMPROBAR SI EXISTEN MÁS DIAPOS CON EL MISMO TITULO PARA PONER: I, II, III, IV, V, ...](#)



OpenFlow

Protocolo estandarizado por Open Networking Foundation en 2013 que define la comunicación hacia el sur (Southbound) entre un controlador y un switch OpenFlow.

El tráfico se clasifica en flows en función de sus características.

1. PONER LA LETRA MAS GRANDE? (large) PARA LAS DIAPOS COMO ESTAS? CON TEXO. O SINO PARA EL TEXTO DE TODAS LAS DIAPOS. VERLO UNA VEZ ACABADO TODO.
2. COMPROBAR QUE LOS TITULOS DE ESTAS DIAPOS ESTÁN BIEN: I, II, III, IV, V, ...



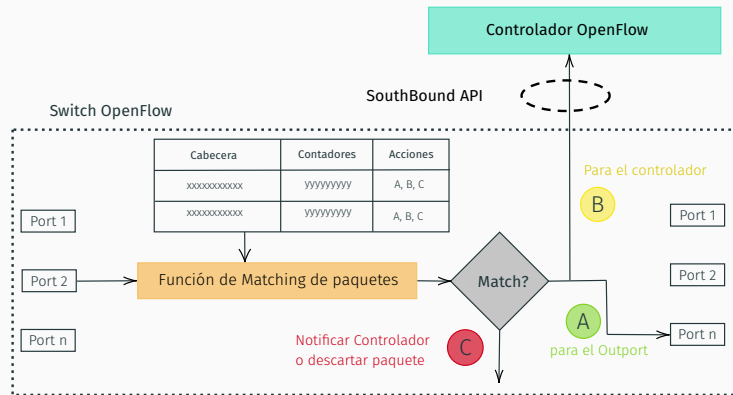


Figura 2: Switch OpenFlow. Operación básica.

1. COMPROBAR QUE LOS TITULOS DE ESTAS DIAPOS ESTÁN BIEN: I, II, III, IV, V, ...



- Ryu
- VirtualBox
- Mininet
- iPerf

1. Contar para que se he usado cada uno.
2. [COMPROBAR QUE LOS TITULOS DE ESTAS DIAPOS ESTÁN BIEN: I, II, III, IV, V, ...](#)



Definición del escenario de aplicación

1. Se definen los escenarios de aplicación que existen y cómo se pueden mejorar utilizando SDN.
2. 2 casos de uso.
3. Se explica Ingeniería de tráfico y QoS.



Ingeniería de Tráfico

Es una aplicación de red importante que estudia la medición y gestión del tráfico.

Diseña mecanismos de enrutamiento para guiar el tráfico de red a fin de mejorar la utilización de los recursos y cumplir mejor los requisitos de QoS.



1. ESTAS NOTAS YA SE HABRÁN CONTANDO EN DIAPOS ANTERIORES, EN LO QUE ES SDN. PERO BUENO, NO PASA NADA POR REPETIR QUE ESAS CARACTERISTICAS QUE TIENE SDN VAN BIEN PARA LA ING. TRÁFICO.
2. PONER LA LETRA MAS GRANDE? (large) PARA LAS DIAPOS COMO ESTAS? CON TEXO. O SINO PARA EL TEXTO DE TODAS LAS DIAPOS. VERLO UNA VEZ ACABADO TODO.
3. En comparación con las redes tradicionales, SDN tiene muchas ventajas para ser compatible con TE debido a sus características distintivas, como el aislamiento de los planos de control y datos, el control centralizado global y la programabilidad del comportamiento de la red.

QoS

Conjunto de estándares y mecanismos que garantizan un rendimiento de alta calidad para aplicaciones críticas.

Los administradores de red pueden usar los recursos existentes de manera eficiente y garantizar el nivel de servicio requerido.

→ Sin expandir de forma reactiva ni aprovisionar en exceso o sobredimensionar sus redes.



1. El concepto de calidad de QoS es aquel en el que los requisitos de algunas aplicaciones y usuarios son más críticos que otros, lo que significa que parte del tráfico necesita un tratamiento preferencial.
 2. OBJETIVO: proporcionar un servicio de entrega preferencial para las aplicaciones que lo necesitan asegurando un ancho de banda suficiente, controlando la latencia y reduciendo la pérdida de datos.
-
1. PONER LA LETRA MAS GRANDE? (large) PARA LAS DIAPOS COMO ESTAS? CON TEXO. O SINO PARA EL TEXTO DE TODAS LAS DIAPOS. VERLO UNA VEZ

- Los balanceadores de carga usan hardware dedicado.
 - Costoso e inflexible.
 - Contienen pocos algoritmos.
 - No son programables (**Vendor-Locked**).
- QoS se implementa en los routers.
 - Es necesario configurar cada router para activar QoS.



1. Hoy en día Redes -> mucho tráfico (miles clientes y cumplir requisitos)
2. 1 servidor no soporta esa carga -> Varios servidores con Balanceador.
3. Clientes envían al balanceador. Este reenvía a los servidores según su estrategia.
4. Los administradores de red no pueden usar su propios algoritmos de balanceo.
5. fácil si es un area local. Red extensa es una MOVIDA.

- Los balanceadores de carga basados en SDN presentan ventajas:
 - No se necesita hardware dedicado (menos costoso).
 - Mejoran el rendimiento del balanceador
 - Reducen la complejidad de su implementación.
 - Son programables y permiten diseñar e implementar estrategias propias.
- Con SDN se puede tener el control de QoS centralizado:
 - Fácil de implementar en redes de mayor tamaño.
 - Con el controlador SDN se implementa QoS directamente en los switches.
 - Los routers no necesitan esa capacidad de cómputo "menos inteligencia".



1. Soluciona el problema de la red a mayor escala.
2. los routers que se encarguen de sus cometidos.
3. Se facilita la gestión de una forma eficaz de QoS en toda la red.
4. Se puede cambiar en cualquier momento las normas QoS dinámicamente!!!!!!

Routing multiamino con balanceador de carga

El balanceador de carga con routing multicamino es uno de los casos de uso más comunes e implementados de SDN.

En nuestro caso, se desarrolla en un script en *Python* que hemos llamado `multicamino.py`.



1. No se profundiza del todo -> es uno de los más usados y documentados.
- 2.
3. Luego se verá como ejecutarlo y comprobar que funciona. ahora analizaremos la parte teórica.

Técnica que explota los recursos de la red mediante la propagación del tráfico desde un nodo de origen a un nodo de destino por medio de múltiples rutas a lo largo de la red.

- Balanceo de carga
- Agregación de ancho de banda.
- Minimización de retardo de extremo a extremo.
- Aumento de la tolerancia a fallos (mejorar fiabilidad).



1. Existen 3 partes: descubrimiento, distribución de tráfico y mantenimiento de rutas
2. Nos centramos en el descubrimiento. La distribución del tráfico se hará de acuerdo a lo que queremos implementar, un balanceador de carga, así que repartiremos el tráfico por igual a través de las rutas encontradas y consideraremos que los caminos existentes se mantienen fijos durante la realización de este trabajo.
3. VER SI AÑADO UNA DIAPO MAS CON LO DE LAS 3 PARTES IMPORTANTE, SOLO SI NECESITO MAS DIAPOS (LO DUDO).

Los algoritmos de **Pathing** son los encargados de obtener la ruta más corta entre dos puntos.

- DFS y BFS son dos algoritmos conocidos, que en la búsqueda agotan todas las posibilidades.
- Iteran sobre todos los caminos posibles hasta alcanzar el nodo de destino
- Se ejecutan en tiempo lineal, según la notación Big- \mathcal{O} sería: $\mathcal{O}(N + E)$



1. se basan en Dijkstra->camino más corto en grafo con pesos.
2. A diferencia de Dijkstra, que no agota todas las posibilidades.
3. BFS-Búsqueda en Anchura, DFS-Búsqueda profundidad.
4. N =Nºnodos, E =Nºenlaces entre los nodos de la red.

DFS

- Búsqueda en profundidad del grafo.
- Explora todos los nodos en un grafo hasta encontrar el nodo más profundo y después retrocede con el propósito de encontrar otros posibles nodos.
- Hace uso de una pila (*stack*).

1. ELEGIDO PARA ESTE TRABAJO.

2. Útil por el uso de la pila, modificamos para encontrar las rutas posibles entre dos nodos.



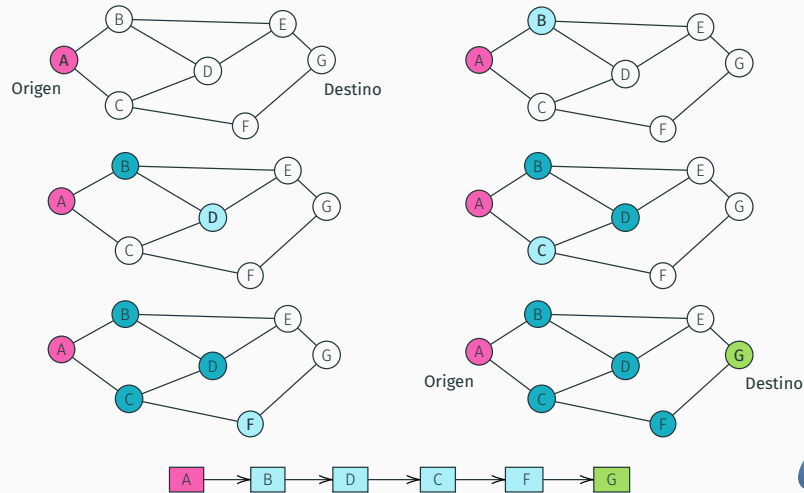


Figura 3: Iteraciones del algoritmo DFS.

1. Para grafos dirigidos el proceso es análogo, sólo cambia el significado de "adyacencia"
2. Se van visitando los nodos y se marcan como visitados.



DFS devuelve una lista con las rutas, pero sin pesos.

Tenemos que medir el coste de los caminos o rutas:

1. Calcular todos los costes de enlaces que haya en la ruta.

$$Cost(l) = \frac{BW_{Reference}}{BW(l)} ;$$

$$BW(l) = \min (BW_{Switch1}, BW_{Switch2})$$

2. Calcular el coste total de la ruta (sumar los costes de enlaces).

1. Calculamos el coste como en OSPF (protocolo de red)

2. BW enlace = BW de la interfaz de un switch.

3. COSTE DE ENLACE = 1 -> COSTE DE LA RUTA ES EL Nº DE ENLACES (FÁCIL PARA ENTENDERLO).



Group→*Group table*→*buckets (bucket weight)*→*acciones*

Los *Grupos* en OpenFlow representan una serie de puertos como una entidad única para el envío de paquetes. Existen varios tipos de grupos, interesándonos los *Select* para el multicamino.

Cada grupo consta de una *Group table* formada de entradas, *buckets*, y cada *bucket* contiene una serie de acciones que se aplican antes de enviar el paquete por el puerto de salida del *bucket* seleccionado, que será el de mayor *bucket weight*.

$$bw(p) = \left(1 - \frac{Cost(p)}{\sum_{i=0}^{i < n} Cost(i)}\right) \times 10$$



1. Contrario al coste, dónde menor coste es mejor, aquí es al revés.
2. Tenemos por tanto que solucionar el problema que nos surge, ajustar el criterio de los bucket weights con los costes de las ruta
3. Select solo se ejecuta un bucket.
4. p =path,ruta. $bw(p)$ =entre 0 y 10
5. si un switch tuviera dos puertos con enlace, pondríamos cada uno de esos puertos como un bucket en la group table

Implementación

Requirements

1. Máquina corriendo `Ubuntu 16.04.3` o superior.
2. `Mininet v2.2.2` o superior.
3. `Ryu v4.0` o superior.
4. `iPerf` e `iPerf3`



1. 18.04 ha salido hace poco (compatible).
2. Que tenga miniedit.
3. Actualizaciones en la API.
4. uno para cada caso.
5. CUIDADO, ESTA DIAPO ES IGUAL QUE UNA DE LAS PRIMERAS (PENSAR SI QUITO LA PRIMERA Y DEJO ESTA O QUE...)

Definición del escenario de aplicación

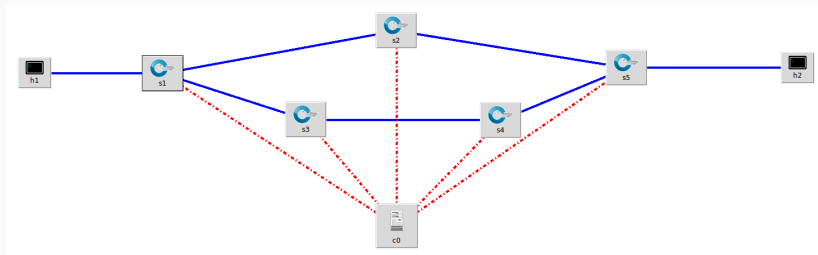


Figura 4: Topología elegida para el routing multcamino con balanceo de carga.



1. SOLUCIONAR PROBLEMA CON EL FONDO BLANCO DE LA CAPTURA DE MINIEDIT.

2.

3.

AA

1.

2.

1.

2.

3.



AA

1.

2.

1.

2.



3.

AA

1.

2.

1. y

2.



3.

AAAAA

AA

1.

2.

1.

2.



3.

AAAAA

AA

1.

2.

1.

2.



3.

Conclusiones y líneas futuras

The **METROPOLIS** theme is a Beamer theme with minimal visual noise inspired by the HSRM Beamer Theme by Benjamin Weiss.

Enable the theme by loading

```
\documentclass{beamer}  
\usetheme{metropolis}
```

Note, that you have to have Mozilla's *Fira Sans* font and XeTeX installed to enjoy this wonderful typography.



Sections group slides of the same topic

```
\section{Elements}
```

for which **METROPOLIS** provides a nice progress indicator ...



METROPOLIS supports 4 different title formats:

- Regular
- SMALL CAPS
- ALL SMALL CAPS
- ALL CAPS

They can either be set at once for every title type or individually.



This frame uses the `smallcaps` title format.

Potential Problems

Be aware that not every font supports small caps. If for example you typeset your presentation with pdfTeX and the Computer Modern Sans Serif font, every text in small caps will be typeset with the Computer Modern Serif font instead.



This frame uses the `allsmallcaps` title format.

Potential problems

As this title format also uses small caps you face the same problems as with the `smallcaps` title format. Additionally this format can cause some other problems. Please refer to the documentation if you consider using it.

As a rule of thumb: just use it for plaintext-only titles.



This frame uses the `allcaps` title format.

Potential Problems

This title format is not as problematic as the `allsmallcaps` format, but basically suffers from the same deficiencies. So please have a look at the documentation if you want to use it.



The theme provides sensible defaults to
`\emph{emphasize}` text, `\alert{accent}` parts
or show `\textbf{bold}` results.

becomes

The theme provides sensible defaults to *emphasize* text, **accent**
parts or show **bold** results.



- Regular
- *Italic*
- SMALL CAPS
- **Bold**
- ***Bold Italic***
- BOLD SMALL CAPS
- Monospace
- Monospace *Italic*
- **Monospace Bold**
- **Monospace Bold *Italic***



Items

- Milk
- Eggs
- Potatoes

Enumerations

1. First,
2. Second and
3. Last.

Descriptions

PowerPoint Meeh.
Beamer Yeeeha.



- This is important



- This is important
- Now this



- This is important
- Now this
- And now this



- This is really important
- Now this
- And now this



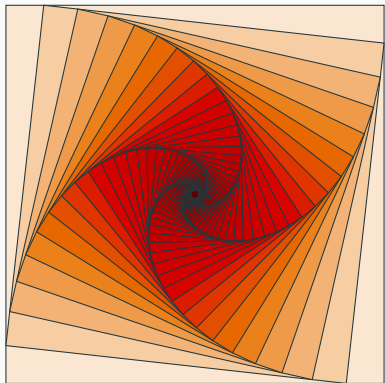


Figura 5: Rotated square from texample.net.



Cuadro 1: Largest cities in the world (source: Wikipedia)

| City | Population |
|-------------|------------|
| Mexico City | 20,116,842 |
| Shanghai | 19,210,000 |
| Peking | 15,796,450 |
| Istanbul | 14,160,467 |



Three different block environments are pre-defined and may be styled with an optional background color.

Default

Block content.

Default

Block content.

Alert

Block content.

Alert

Block content.

Example

Block content.

Example

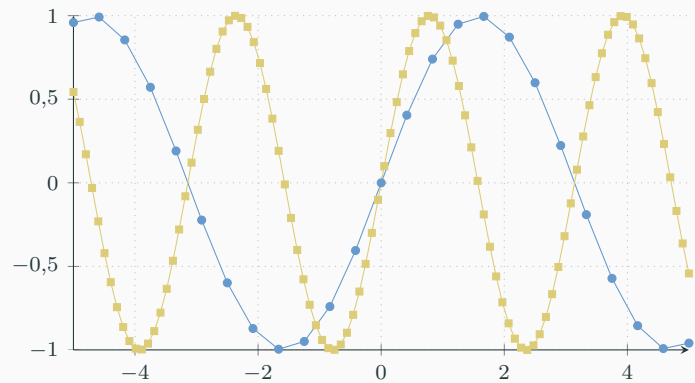
Block content.



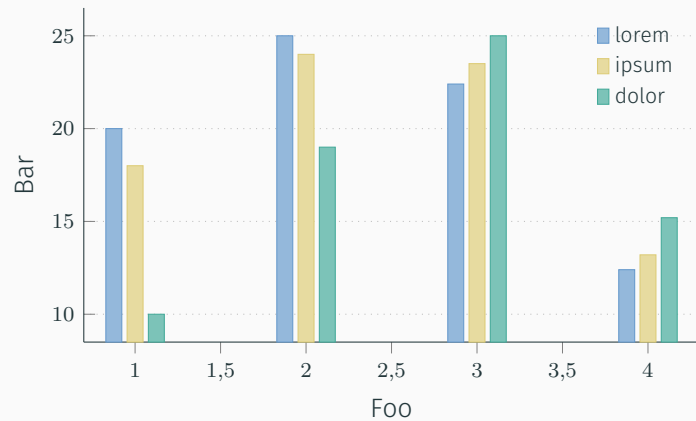
$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$



Line plots



Bar charts



Veni, Vidi, Vici



METROPOLIS defines a custom beamer template to add a text to the footer. It can be set via

```
\setbeamertemplate{frame footer}{My custom footer}
```



Some references to showcase `[allowframebreaks]` [?, ?, ?, ?, ?]



Get the source of this theme and the demo presentation from

`github.com/matze/mtheme`

The theme *itself* is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Questions?



Sometimes, it is useful to add slides at the end of your presentation to refer to during audience questions.

The best way to do this is to include the `appendixnumberbeamer` package in your preamble and call `\appendix` before your backup slides.

METROPOLIS will automatically turn off slide numbering and progress bars for slides in the appendix.



